Stefano Minelli

Stefano Patelli

Geopedologia Ecologia Territorio

Studio e indagine del territorio con applicazioni pratiche

Indice

Capitolo 5 - Prevenzione e difesa dal dissesto idrogeologico

Capitolo 6 - La rappresentazione cartografica e le carte tematiche

Capitolo 7 - I rifiuti e il loro smaltimento

Capitolo 8 - Atmosfera: risorse e inquinamenti

Capitolo 9 - Acqua e suolo: risorse e inquinamenti

Capitolo 10 – Le fonti energetiche

Capitolo 1
Processi geomorfologici e unità geomorfologiche dell'Italia

Riepilogo dei concetti chiave

1.1 • Geologia e Tettonica
(nel volume a pag. 4)

• Le **ere geologiche** dividono la storia della Terra basandosi sull'osservazione di fenomeni fisici, chimici e bilologici che permettono una datazione cronologica.

La **deriva dei continenti** ipotizzava che 200 milioni di anni fa esistesse un unico grande continente, la Pangèa, che si sarebbe poi suddiviso in più parti formando gli attuali continenti. Il **magnetismo terrestre** ha origine all'interno della Terra, nel nucleo ricco di ferro e nichel, secondo dinamiche che non sono state univocamente determinate. La **tettonica a placche** considera la litosfera suddivisa in numerose placche grandi e piccole, formate da rocce solide e con spessore variabile dai 15 km per la litosfera oceanica fino ai 200 km per quella continentale. I **punti caldi** sono aree della superficie terrestre interessate da risalita e fuoriuscita di materiale fuso sotto forma di una colonna con diametro di circa 100-250 km, chiamata **pennacchio** (*montle plumes*).

1.2 • Geologia italiana e ambienti deposizionali
(nel volume a pag. 18)

Le **orogenesi alpina e appenninica** traggono origine dalle rocce costituenti il fondo dell'oceano piemontese-ligure compresse e ripiegate contro il bordo meridionale del continente paneuropeo.

Il **flysch** e la **molassa** derivano da deposizione di materiali clastici: il primo da materiali di demolizione di terre emerse; la seconda da catene montuose in formazione.

La **formazione della Pianura Padana** trae origine nel Pliocene (circa 3,5 milioni di anni fa) quando si depositarono sui fondali del golfo corrispondente all'attuale pianura, molte centinaia di metri di sedimenti. La **geofisica marina** si basa sull'uso di onde acustiche emesse da una sorgente e rilevate da un ricevitore. Le metodologie utilizzate sono il sonar (*multibeam*) e la sismica a riflessione.

1.3 • Geomorfologia
(nel volume a pag. 25)

Le **forze esogene** hanno portato al modellamento della superficie terrestre a seguito dell'interazione tra idrosfera, atmosfera, biosfera e litosfera.

Le **unità geomorfologiche** definiscono raggruppamenti omogenei di ambienti al fine di orientare l'uso più opportuno dei suoli con lo scopo di non consumare, esaurire, inquinare e degradare le sue risorse naturali. Il **ciclo di erosione** considera l'importanza del fattore tempo all'interno di una ciclicità in cui l'evoluzione è vista come il risultato di un continuo aggiustamento dell'equilibrio.

1.4 • Eventi sismici: i terremoti
(nel volume a pag. 27)

Le **onde sismiche** si sviluppano a seguito di movimenti tettonici in zone di frattura della litosfera. L'**epicentro** rappresenta la proiezione sulla superficie terrestre del punto nel sottosuolo dove ha avuto origine il sisma (**ipocentro**). La **magnitudo** consiste nella misura strumentale della forza del sisma, misurata nel luogo in cui questo si è verificato. Il **piano di emergenza** ha lo scopo di consentire a tutte le persone che si trovano all'interno di un edificio, in caso di evento dannoso, di abbandonare il fabbricato, allontanadosi in condizioni di sicurezza.

1.5 • Dalla crosta terrestre alle rocce *(nel volume a pag. 21)*

Il **ciclo litologico** descrive i processi di formazione ed evoluzione delle rocce, dalla fusione parziale del mantello fino ai processi di alterazione.

Le **rocce ignee**, chiamate anche **magmatiche** o **eruttive**, sono intrusive se il magma raffredda prima della superficie, ed effusive se il magma, caldo e ricco di gas, arriva in superficie allo stato fuso.

Le **rocce sedimentarie** sono il risultato di un complesso di trasformazioni che inizia con l'erosione, prosegue con il trasporto dei materiali disgregati, e si conclude con la sedimentazione; l'**argilla** è la più diffusa nella crosta terrestre.

Proviene dall'alterazione chimico-fisica dei feldspati.

Le **rocce metamorfiche** derivano da altre rocce sottoposte a processi che comportano aumenti di temperatura e pressione.

APPROFONDIMENTI

1.1 • Geologia e tettonica

Link

Prove paleontologiche della deriva dei continenti *(nel volume a pag. 8)*

Il **mesosauro** (**fig. 1.1**), piccolo rettile vissuto nel Permiano Superiore (270-251 milioni di anni fa), rappresenta la prima forma di rettile che si è adattato alla vita acquatica, sia lacustre che marina, in bacini di limitate estensioni e non lontano dalle coste.

I mesosauri africani e sudamericani rappresentano la prova paleontologica della deriva dei continenti in quanto la presenza sulle due rive dell'Atlantico meridionale di forme simili di mesosauri, indica che il braccio di mare che nel Premiano separava i due continenti era assai limitato.

Solo 240 milioni di anni fa iniziò l'apertura dell'Atlantico meridionale con la frammentazione della Pangèa, fase che si concluse 70 milioni di anni fa nel Giurassico.

Il mesosauro era un rettile di piccole dimensioni (40-50 cm) con cranio affusolato, mascella e mandibola lunghe e provviste di numerosi e sottili denti.

Il corpo era sottile e la coda, lunga e compatta, veniva utilizzata come organo natatorio; mentre le zampe, modificate a forma di spatola, favorivano sia il nuoto che la locomozione sulla terraferma.

Un altro rettile rappresentativo è il *Lystrosaurus* (**fig. 1.2**) i cui resti sono stati trovati in Africa, Cina, India, Australia e Russia.

Lungo circa 150 cm, era adatto sia alla vita in acqua che sulla terraferma.

Per quanto riguarda la flora, ricordiamo la *Glossopteris*, una felce del Premiano caratteristica dei climi temperato-freddi, ritrovata fossile in Australia, Sudafrica e Sudamerica (**fig. 1.3**).

La distribuzione di questa felce dimostra che le masse continentali interessate dovevano essere all'epoca riunite in un unico grande continente.

Fig. 1.2 • *Il Lystrosaurus era adatto sia alla vita acquatica che a quella terrestre.*

Fig. 1.1 • *Il mesosauro è stato la prima forma di rettile ad adattarsi alla vita acquatica e palustre.*

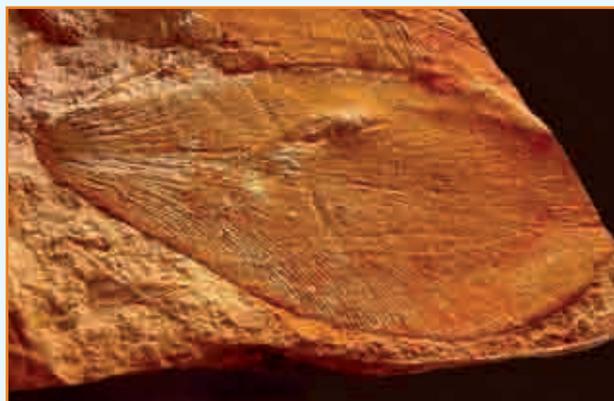



Fig. 1.3 • *La Glossopteris è una felce antichissima che è stata ritrovata in continenti attualmente molto distanti tra loro a testimonianza del fatto che in passato erano uniti in un unico grande continente.*

La deriva dei continenti compie 100 anni *(nel volume a pag. 8)*

Il 6 gennaio 1912 Alfred Wegener presentò all'associazione geologica tedesca la teoria della deriva dei continenti, secondo cui il supercontinente Pangéa si sarebbe diviso dando origine agli abbozzi primordiali degli attuali continenti. Nonostante l'interesse con cui fu accolta la nuova teoria, Wegener non la vide mai diventare il modello geologico prevalente dell'epoca, anche perché non riuscì a spiegare in modo soddisfacente i movimenti di migliaia di chilometri compiuti dai continenti.
Wegener, che non rinunciò alle sue ricerche sul campo, morì nel 1930 nel corso di una spedizione in Groenlandia. Il suo corpo congelato fu trovato sei mesi dopo e seppellito nella neve.
Nel 1967 Morgan, Mc Kenzie e Parker elaborarono la teoria della tettonica a placche che riprendeva un'ipotesi formulata due anni prima da Tuzo Wilson, secondo la quale la litosfera galleggia e si muove su una parte del mantello.
In quegli anni, grazie all'introduzione di nuove tecnologie di indagine, in particolare nei fondali oceanici, la teoria della tettonica a zolle sostituì definitivamente quella sulla deriva dei continenti.

Le tracce geologiche delle glaciazioni *(nel volume a pag. 9)*

La collina morenica di Rivoli-Avigliana è un'area protetta situata allo sbocco in pianura della Val di Susa, a ovest di Torino e costituisce un'oasi di verde e tranquillità a pochi chilometri dalla città. Questa zona riveste una certa importanza in quanto conserva beni di grande valore ambientale e, in particolare, di interesse geologico. La collina morenica è ricoperta da un'ampia copertura boschiva e presenta i tratti caratteristici di un paesaggio agrario che, pur modificato dalla frenetica civiltà industriale, mantiene in alcuni angoli il sapore di un tempo. Questo paesaggio morenico si contraddistingue per la presenza di "massi erratici", ovvero massi rocciosi che costituiscono veri e propri monumenti geologici, segni visibili dell'antica presenza di un ghiacciaio. Questo substrato roccioso (ossia le rocce esistenti prima che il ghiacciaio le ricoprisse con i suoi depositi) affiora per un ampio tratto lungo lo spartiacque del Monconi (**1**) (**fig. 1.4**), che con i suoi 641 m rappresenta la massima elevazione collinare e costituisce il tratto di scarpata che incombe sulla torbiera di Trana (**2**) e su parte del Lago Piccolo di Avigliana (**3**). Questa specie di scoglio roccioso resistette all'azione erosiva del ghiacciaio, essendo costituito da rocce compatte e durissime: le **peridotiti**.
I cordoni morenici sono indubbiamente l'elemento morfologico più appariscente della collina; dove l'erosione non li ha ancora intaccati, smussandone le forme, essi si presentano come rilievi a sezione triangolare, con versanti piuttosto ripidi e lunghe creste ininterrotte, affilate e per lo più orizzontali o poco inclinate.
Sono costituiti da materiali rocciosi sciolti di dimensioni molto eterogenee (da particelle limose fino a massi di parecchi metri cubi) provenienti in massima parte dalla bassa Val di Susa (**4**) e qui trasportati dal ghiacciaio Valsusino.
I massi rocciosi della collina, per la loro forma, la mole e la posizione spesso curiosa e dominante rispetto al paesaggio circostante, hanno contrassegnato la vita umana sul territorio: alcuni sono stati incisi dall'uomo nel Neolitico, altri sono divenuti oggetti di culto, legati a rituali pagani nella *saxorum veneratio* (dal latino, "venerazione delle rocce").

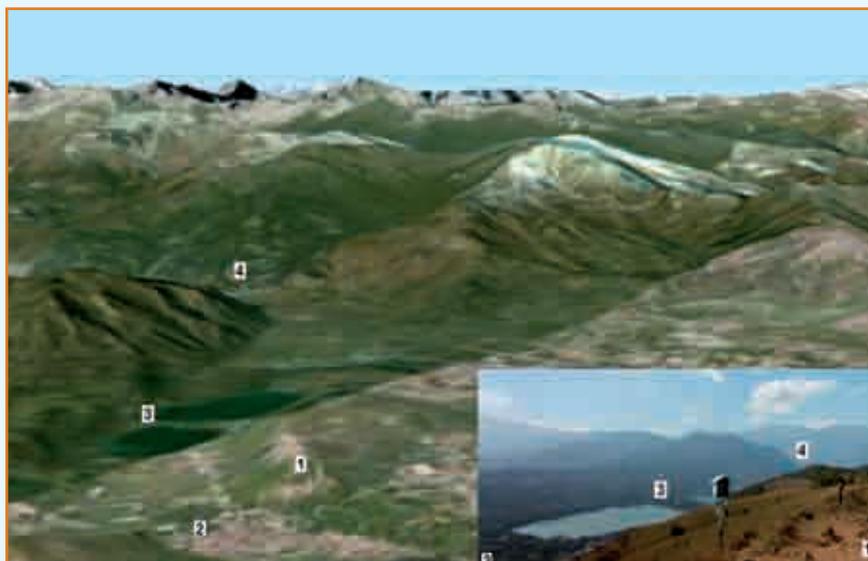



Fig. 1.4 • *Postazione meteo (1) e vista panoramica sui laghi, Piccolo e Grande, di Avigliana e sulla bassa Val di Susa.*

Il paleomagnetismo *(nel volume a pag. 11)*

Le rocce ricche di minerali ferrosi si orientano secondo il campo magnetico terrestre presente al momento della loro formazione.
Nel caso di rocce ignee, dopo il raffreddamento e la solidificazione (o la compattazione per le rocce sedimentarie), l'orientamento dei minerali non cambia più con le successive variazioni del campo magnetico terrestre; pertanto, studiando rocce coeve di località diverse, si vede che l'orientamento magnetico non è uguale e questo ha suggerito che gli attuali continenti si siano spostati in tempi successivi rispetto alla formazione delle rocce.

Fig. 1.5 • *La magnetite è il minerale ferroso con il più ricco tenore in ferro (72,5%) e le più intense proprietà magnetiche.*

1.2 • Geologia italiana e ambienti deposizionali

La cartografia geologica *(nel volume a pag. 19)*

La cartografia geologica costituisce una tappa fondamentale per la conoscenza del territorio, finalizzata alle attività di programmazione in materia di pianificazione e gestione del suolo e del sottosuolo e costituisce la base per ulteriori elaborazioni cartografiche.
La rivoluzione tecnologica dei sistemi informatici offre la possibilità di migliorare la rappresentazione cartografica: ne sono un esempio i sistemi 3D, in cui la visualizzazione tridimensionale permette una più immediata e realistica comprensione del territorio.
Le attività di rilevamento e gli studi di dettaglio (stratigrafici, strutturali, petrografici, ecc.) permettono di raccogliere una mole di dati che, attraverso una sintesi ragionata, vengono poi rappresentati in carta con appositi colori, grafismi e simboli.
Insieme alla legenda, agli schemi correlati e alle note illustrative, una carta geologica offre un quadro generale della geologia dell'area, fornendo informazioni relative a:

- **litologia** (composizione, tessitura, struttura), contenuto fossilifero e mineralogico, età, genesi e modalità di messa in posto delle rocce;
- **rapporti geometrici** (stratigrafici e tettonici) dei corpi rocciosi;
- **evoluzione dinamica indotta**, nel tempo e nello spazio, dagli agenti endogeni ed esogeni e dall'attività antropica.

Per quel che riguarda la cartografia geologica ufficiale, allo stato attuale il territorio nazionale è interamente coperto dalla cartografia in scala 1:100.000, che ebbe inizio alla fine dell'Ottocento e fu completata nella prima metà degli anni Settanta del secolo scorso (**fig. 1.6 a**, a pagina seguente).
Tuttavia, si tratta di carte che, pur conservando valore scientifico, sono caratterizzate da una forte disomogeneità e non tengono conto dell'evoluzione delle conoscenze in campo geologico.
A partire dalla seconda metà degli anni Settanta, sono iniziate le attività per la realizzazione della cartografia geologica in scala 1:50.000, che consente di coniugare il maggior dettaglio con la necessità di sintesi regionale. Quando questo progetto sarà completato, il Paese potrà disporre di una cartografia moderna e aggiornata e di una banca dati che costituiranno lo strumento fondamentale per realizzare qualsiasi intervento sul territorio.
Nella **figura 1.6 b** sono evidenziate le zone in cui sono iniziati i lavori di cartografia geologica in scala 1:50.000; cliccando in questi quadrati è possibile visualizzare il dettaglio della zona (**fig. 1.6 d**), in cui è descritto graficamente l'avanzamento dei rilievi cartografici. Entrando nel dettaglio delle zone evidenziate in colore è possibile conoscere la carta geologica e tutte le caratteristiche della zona rappresentata (**fig. 1.6**). L'esempio in figura corrisponde al foglio n. 332 relativo al comprensorio di Scansano, in provincia di Grosseto.

Fig. 1.6 a, b, c, d ● *La figura (a) mostra il quadro d'unione della carta geologica italiana, costituita da 277 fogli in scala 1:100.000; le figure (b), (c) e (d) mostrano le aree in cui è stata completata la cartografia geologica in scala 1:50.000.*

Fig 1.7 ● *Carta geologica e relativa legenda di una zona adiacente a Scansano (GR), foglio 332 della carta I.G.M. (1:50.000).*

20. TUFITI E TUFI RISEDIMENTATI INFERIORI. Depositi vulcanico-sedimentari biancastri e grigiastri, gradati e a stratificazione incrociata, generalmente cineritici e sabbiosi, con frequenti livelli di pomici grossolane gradate; paleosuoli brunastri e depositi di diatomee.
21. Conglomerati poligenici, poco cementati con elementi costituiti da calcilutiti, arenarie e afioliti, selce, argilliti e calcareniti (21); intercalare di sabbie più o meno grossolane e di argille sabbiose (22); paleofrana (23); conglomerati sciolti simili ai precedenti, senza argilliti a calcareniti (24); conglomerati poco coerenti ed elementi costituiti da calcilutiti e calcareniti prevalenti sulle arenarie (25). Pliocene medio.
26. Conglomerati monogenici costituiti esclusivamente da frammenti di diaspri, a scarsa matrice sabbiosa e un intercalare di sabbie grigie.
27-28-29-30-31-32. Conglomerati poligenici generalmente poco coerenti, con scarsa matrice sabbioso-siltosa di colore bruno rossastro; raro intercalare di argille sabbiose e sabbie giallastre. Clasti di calcilutiti, arenarie calcareniti e, più raramente, di brecce ofiolitiche, selci e siltiti (27). Pliocene inferiore. Ciottolame poligenici sparso su superfici di abrasione di probabile origine marina (28). Arenarie calcaree grossolane, giallastre in strati molto spessi, con abbondante microfauna (29). Varie sabbie argillose giallastre, più o meno grossolane, con ciotoli di varia natura e grandezza e con argille sabbiose e conglomerati poligenici, variamente cementati (30). Paleofrane (31). Varie argille sabbiose e grigiastre e punti con presenza di cristalli di gesso (32).
33. Ammassi di pezzame non cementato e paleofrane forse coeve alla sedimentazione neogenica.
34. Conglomerati poligenici con presenza di calciculiti, arenarie e calcareniti con grado di cementazione e contenuto di matrice sabbioso siltosa variabili, con intercalare di sabbie più o meno grossolane e argille sabbiose.
35. Marne e argille grigio azzurre, più o meno sabbiose; nella parte basale, strati di lignite.
Pliocenico
Neogenico
62. DIASPRI E MAIOLICA. Selci policrome stratificate.
63. MARNE A POSIDONIA. Marne a micriti policrome.
64. CALCARE SELCIFERO. Calcari micrilici grigio-avana stratificati con intercalare di calcari marnosi.
65-66. ROSSO AMMONITICO. Calcari micritici rossastri nodulari, in banchi e strati con ammoniti (65); calcari micritici o detritici rosa, con articoli di crinoidi (66).
67-68. Calcari bianchi a stratificazione indistinta con dolomie bianche alla base (68) e dolomie giallastre alla sommità (67).
69. Calcari micritici più o meno marnosi, grigio-scuri, ben stratificati con frammenti di pedofauna.
70. CALCARE CAVERNOSO. Calcari dolomitici grigi brecciati.
Giurassico
Triassico
Direzione ed immersione degli strati
Da 0° a 5°
Da 5° a 30°
Da 30° a 70°
Da 70° a 90°
Contorti
Rovesciati
Faglia, faglia presunta
Faglia diretta, faglia diretta probabile (*)
Faglia inversa, faglia inversa probabile (*)
Centro vulcanico
Località fossilifera
Grotta
Dolina
Conoide di deiezione
Nicchia di distacco
Frana
Sorgente
Sorgente termo-minerale
Emanazione gassosa (H_2S)
Miniera (Hg = mercurio, Sb = antimonio, ecc.)
Discarica di miniera
Pozzo per ricerche minerarie
Area interessata da sondaggi per ricerche minerarie
Pozzo per ricerche geotermiche (profondità in metri)
Cava
Traccia di sezione
(*) Le frecce indicano l'immersione della superficie di faglia, i trattini la parte ribassata.
42° 48′ 00″
11° 20′ 00″
F. Albegna
P.GIO LE CAPANNE 437
Catarbio 552
F.so Rigo
F. Fiora
POGGIO PELATO 424
IL DIACCIALONE
I Livello del mare
II Livello del mare
III Livello del mare

Link

1.3 • Geomorfologia

La geodiversità: un aspetto della geomorfologia *(nel volume a pag. 25)*

Per **geodiversità** si intendono i raggruppamenti e i sistemi naturali costituiti da caratteri geologici, geomorfologici, idrologici e pedologici presenti in una data area, nonché le loro interazioni e la loro interpretazione. I caratteri considerati definiscono le caratteristiche geoecologiche della zona, pertanto la geodiversità risulta strettamente collegata alla biodiversità e concorre a determinare il valore di un geosito in funzione della conservazione della natura, la pianificazione e la gestione del territorio e del paesaggio.
La geodiversità può essere valutata sotto diversi aspetti:
– **valore culturale:** assegnato dalla collettività a un elemento ambientale in quanto riveste un particolare significato per la società o la comunità locale (per esempio la conformazione antropomorfa di una roccia);
– **valore estetico:** derivante da possibili attività eco-geoturistiche, sportive, ricreative, associative, ecc.;
– **valore economico:** inteso come risorsa naturale da sfruttare a fini economici (petrolio, gas naturale, geotermia, minerali, materiali da costruzione, ecc.);
– **valore funzionale:** aree utilizzate a fini collettivi, per esempio siti per lo smaltimento di rifiuti o lo stoccaggio di inerti.
La geodiversità è indotta nell'ambiente da fattori sia **endogeni** sia **esogeni** della Terra. Gli agenti morfogenetici endogeni dipendono dalle condizioni chimico-fisiche dei materiali presenti all'interno della Terra e si manifestano tramite l'attività vulcanica (colate laviche in **fig. 1.9**), i depositi piroclastici e i movimenti tettonici che inducono fagliazione di superficie. Gli agenti morfogenetici **esogeni** sono condizionati dalle interazioni che avvengono tra la litosfera, l'atmosfera, l'idrosfera e la biosfera. Sono indotti da movimenti di masse d'aria e di acqua e/o ghiacci che provocano il rimodellamento delle forme esistenti sulla superficie terrestre. Gli agenti endogeni tendono prevalentemente a creare le forme del rilievo (orogenesi), mentre quelli esogeni tendono a livellare la superficie terrestre (erosione). L'osservazione da parte dell'uomo rivela che, mentre gli agenti endogeni agiscono a scatti (eventi sismici), quelli esogeni presentano un'azione continua con variazioni dell'intensità (di erosione **fig. 1.10**).

Fig. 1.8 • *La geodiversità può assumere un notevole valore culturale, come accade per i Sassi di Matera.*

Fig. 1.9 • *L'attività vulcanica è una manifestazione degli agenti morfogenetici endogeni della terra.*

Fig. 1.10 • *L'erosione è una manifestazione degli agenti morfogenetici esogeni che modellano la superficie terrestre con diversi gradi di intensità.*

Link

1.4 • Eventi sismici: i terremoti

Scala Mercalli per la valutazione dell'intensità di un terremoto *(nel volume a pag. 29)*

Grado	Descrizione degli effetti del sisma
I	Non percepito salvo che in casi particolari; animali inquieti; fronde che stormiscono; porte e lampadari che oscillano.
II	Percepito solo da persone sdraiate, soprattutto ai piani alti degli edifici.
III	Percepito in casa; la maggioranza però non riconosce il terremoto; tremito simile a quello dovuto al passaggio di un carro leggero; la durata della scossa può essere valutata.
IV	Finestre, piatti e porte vibrano; i muri scricchiolano; vibrazione simile a quella dovuta al passaggio di carri pesanti; percepito da molti in casa, da pochi all'esterno.
V	Percepito quasi da tutti; molti vengono svegliati; gli oggetti instabili possono cadere; gli intonaci possono rompersi.
VI	Percepito da tutti; mobili pesanti vengono rimossi; i libri cadono e i quadri si staccano dal muro; le campane suonano; danni occasionali ai camini; danni strutturali minimi.
VII	Panico; difficoltà a conservare la posizione eretta; percepito anche dagli automobilisti; danni minimi agli edifici di buona fattura; danni considerevoli agli altri; onde nei laghi e negli stagni.
VIII	Disturba la guida di autoveicoli; la struttura degli edifici è interessata fino alle fondamenta, muri di separazione abbattuti; i camini vibrano o cadono; danni lievi solo alle costruzioni antisismiche; i mobili pesanti vengono rovesciati.
IX	Panico generale; danni considerevoli anche alle costruzioni antisismiche; caduta di edifici; danni seri ai bacini e alle tubazioni sotterranee; ampie fratture nel terreno.
X	La maggior parte delle opere in muratura è distrutta, compresi gli edifici antisismici; rotaie deformate debolmente; grandi frane.
XI	Poche case rimangono in piedi; i ponti sono distrutti; ampie fessure nel terreno; rotaie fortemente piegate.
XII	Distruzione totale; gli oggetti sono addirittura proiettati in aria.

Scala Richter per la valutazione della magnitudo di un terremoto *(nel volume a pag. 29)*

Magnitudo	Effetti del sisma
0-1,9	Può essere registrato solo mediante adeguati apparecchi.
2-2,9	Solo coloro che si trovano in posizione supina lo avvertono; un pendolo si muove.
3-3,9	Poca gente lo avverte come un passaggio di un camion; vibrazione di un bicchiere.
4-4,9	Normalmente viene avvertito; un pendolo si muove notevolmente; bicchieri e piatti tintinnano; piccoli danni.
5-5,9	Tutti lo avvertono scioccante; molte fessurazioni sui muri; crollo parziale o totale di poche case; alcuni morti e feriti.
6-6,9	Tutti lo percepiscono; panico; crollo delle case; morti e feriti; onde alte.
7-7,9	Panico; pericolo di morte negli edifici; solo alcune costruzioni rimangono illese; morti e feriti.
8-8,9	Ovunque pericolo di morte; edifici inagibili; onde alte fino a 40 m.
9 e più	Totale allagamento dei territori in questione o spostamento delle terre e numerosissimi morti. Pochi sopravvissuti.

Realizzazione del piano d'emergenza *(nel volume a pag. 29)*

Per sapere come prepararsi all'emergenza è necessario conoscere quali sono le reazioni più comuni in simili situazioni, per poterle controllare e governare positivamente. La situazione che comporta una maggiore **difficoltà di gestione dell'emergenza** è quella di fabbricati occupati stabilmente da un numero elevato di persone, poiché questa è la condizione favorevole per l'insorgenza del panico a seguito del verificarsi di un evento dannoso.
Il **panico** deriva da una risposta emotiva alla percezione del pericolo che determina comportamenti irrazionali dei singoli soggetti o, ancora peggio, di gruppi di persone che tenderanno a muoversi in modo disordinato e caotico scatenando una sorta di reazione a catena sugli altri soggetti non ancora coinvolti emotivamente, che si faranno trascinare a loro volta in reazioni irrazionali fino a provocare conseguenze dannose.
La carenza di informazione e di conoscenza dell'evento porta a situazioni e a reazioni che dipendono dal tipo di **organizzazione della folla**, strumento indispensabile per prevenire situazioni di panico e pianificare correttamente l'evacuazione. La manifestazione più classica del panico è la **fuga**, cioè il movimento di allontanamento precipitoso dal luogo del pericolo effettivo o presunto. La fuga, d'altra parte, non è da ritenere in assoluto un elemento puramente negativo; va piuttosto detto che la presenza di barriere può generare situazioni pericolose o effetti dannosi.
In situazioni che presentino ostacoli o impedimenti al facile deflusso, il parametro che viene alterato è la **velocità di movimento**, la cui diminuzione repentina, anche determinata dalla riduzione della sezione utile delle vie di deflusso e di esodo, provoca a monte l'arresto del movimento e il relativo aumento della spinta con innalzamento della pressione fisica fino a valori non sopportabili (schiacciamento, calpestamento) con conseguenti lesioni anche gravi e, in alcuni casi, letali.
Alla luce delle considerazioni svolte, appare evidente che, oltre a una **corretta progettazione degli edifici**, le cui caratteristiche tengano conto della necessità di eventuali rapide evacuazioni, assume notevole rilevanza il **comportamento** che in tali circostanze viene tenuto dalle persone che si trovano coinvolte e la formazione ricevuta dalle stesse per affrontare situazioni di emergenza.

Fig. 1.11 • *Cartellonistica dei più diffusi segnali di emergenza e divieto.*

Esempio di piano d'emergenza

Tutti gli edifici devono essere provvisti di un piano di emergenza che deve perseguire i seguenti obiettivi:
- affrontare l'emergenza fin dal primo insorgere per contenerne gli effetti e riportare rapidamente la situazione in condizioni di normale esercizio;
- pianificare le azioni necessarie per proteggere persone, beni e strutture. Si riportano di seguito le informazioni generali che devono essere contenute in un piano di emergenza per fronteggiare casi di incendio, infortunio, attivazione dell'allarme.

1. **Premessa**
   - Generalità sull'edificio
   - Obiettivi del Piano
   - Planimetrie
   - Classificazione delle emergenze
   - Addetti al primo intervento
   - Aggiornamento e revisione del Piano
2. **Comportamenti da adottare e competenze durante l'emergenza**
   a) Comportamento da adottare in caso di incendio
   b) Comportamento da adottare in caso di infortunio
   c) Comportamento da adottare in caso di attivazione dell'allarme acustico e/o luminoso
3. **Ubicazione cassette pronto soccorso**
4. **Numeri telefonici utili**
5. **Addetti alla gestione dell'emergenza**
6. **Segnaletica di sicurezza**
7. **Attrezzatura antincendio - istruzioni per l'uso**
8. **Planimetrie di sicurezza**
9. **Percorsi esterni e punti di raccolta**

Link

1.5 • Dalla crosta terrestre alle rocce

Troppo fluoro fa male, colpa delle rocce ignee *(nel volume a pag. 33)*

Il problema è antico: la grande quantità di fluoro presente nelle rocce laviche apporta un eccesso di questo elemento nelle acque bevute dagli abitanti delle zone limitrofe. Il fenomeno è stato riscontrato nelle ossa delle vittime dell'eruzione del Vesuvio a Ercolano, dove sono state misurate da 2000 a 11.000 ppm di fluoro, contro le 1000 accettabili. All'origine della malattia invalidante, che colpisce decine di milioni di persone, soprattutto in Africa, India e Cina, è l'alta concentrazione naturale di fluoro nelle acque e nel suolo, tipica delle aree vulcaniche. La ricerca ne rileva e descrive le caratteristiche nelle vittime dell'eruzione del 79 d.C., dopo aver passato in rassegna 76 scheletri appartenuti a una popolazione di età compresa fra 0 e 52 anni. Le ossa ritrovate mostravano danni estesi all'intero apparato scheletrico. Il fluoro intossica anche oggi le popolazioni che risiedono nelle zone in cui le acque di falda passano sui materiali vulcanici e rappresentano un rischio costante, soprattutto per i bambini.

Wheathering chimico *(nel volume a pag. 34)*

La **disgregazione meteorica** dovuta all'**azione dell'acqua** determina diverse tipologie di fenomeni chimici, tra cui:

- la **dissoluzione**, che può essere congruente o incongruente;
- l'**incorporazione di molecole d'acqua** nella struttura di un composto;
- l'**idrolisi**, cioè una reazione chimica dell'acqua con le rocce che coinvolge la rottura dei legami ossigeno-idrogeno;
- la **carbonatazione**, data dalla reazione della CO_2 disciolta nell'acqua con la roccia;
- l'ossidazione e la riduzione, cioè l'aggiunta o la rimozione di elettroni da elementi che hanno diversi stati di ossidazione.

Il ***weathering*** è naturalmente condizionato da diversi fattori: il tipo di roccia, il clima, il suolo, il tempo e l'attività biologica presente nel substrato e, di conseguenza, sarà di entità diversa a seconda del luogo in cui avviene. Nella **fig. 1.12** è rappresentata la quota di substrato degradato e di roccia madre inalterata presente in diversi ecosistemi.

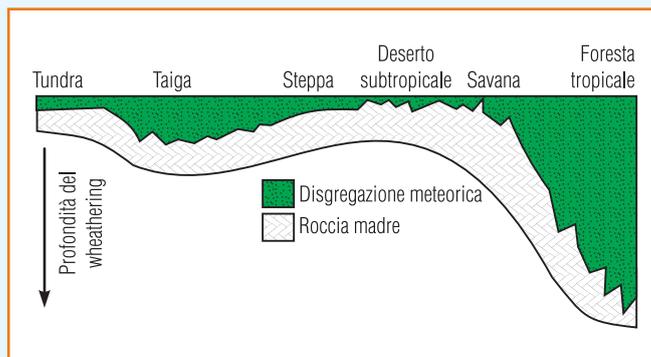



Fig. 1.12 • *Rappresentazione grafica della quota di wheathering e di roccia madre presente in diversi ecosistemi.*

La fossilizzazione *(nel volume a pag. 35)*

Il processo di fossilizzazione è la conseguenza di un insieme di eventi casuali che hanno portato alla conservazione di resti o tracce di organismi vissuti in epoche remote.
La fossilizzazione può avvenire in modi diversi a seconda dell'organismo coinvolto e dell'ambiente interessato:

- **sostituzione**, quando i sali minerali contenuti nelle acque sostituiscono le molecole componenti lo scheletro dell'organismo;
- **mineralizzazione**, quando gli spazi vuoti sono riempiti da sostanze minerali presenti nelle soluzioni;
- **calchi**, quando soluzioni ricche di sali minerali riempiono l'impronta di uno scheletro (conchiglia) o parte di esso (**fig. 1.13**);
- **carbonizzazione**, quando resti vegetali sommersi da acque povere di ossigeno (paludi) portano alla formazione di carbon fossile;
- **inclusione**, quando il corpo di un organismo viene incluso in resine fossili.

Fig. 1.13 • *Esempio di fossilizzazione per calco.*

Il petrolio *(nel volume a pag. 36)*

Si trova a diverse profondità all'interno della Terra, in misura maggiore o minore in ogni continente. Il petrolio greggio è un liquido scuro, rosso-giallo, denso, opaco, con odore caratteristico, insolubile in acqua.
Anche se non c'è assoluta certezza, si ammette un'origine organica avallata dalla presenza del petrolio solo con rocce sedimentarie, e mai metamorfiche o vulcaniche, formatesi a temperature e pressioni tali da decomporre qualsiasi materiale labile. Inoltre, nei giacimenti, il petrolio galleggia sempre su un letto di acqua salata, fenomeno che fa pensare a un'origine legata a organismi marini, animali e vegetali.

Fig. 1.14 • *Piattaforma di estrazione del petrolio in alto mare.*

Maxiverifica finale

Domande per la verifica orale

1. Che cosa sono le ere geologiche?
2. Che differenza c'è tra litosfera e astenosfera?
3. Che cosa sono le zolle tettoniche?
4. Che cosa sono le dorsali oceaniche?
5. Che cosa significa che due zolle sono trascorrenti?
6. Come si originano le cinture vulcaniche?
7. Che cosa si intende per combaciabilità delle linee di costa?
8. Che importanza ha il fossile di *Mesosaurus*?
9. Che cosa sono le tilliti?
10. Come si originano le fosse oceaniche?
11. Come si originano le dorsali oceaniche?
12. Che cosa si intende per subduzione?
13. Che cosa significa paleomagnetismo?
14. Quali sono le caratteristiche della crosta terrestre?
15. Quali sono le caratteristiche del mantello?
16. A che cosa serve un sismografo?
17. Quali sono i tipi di onde sismiche?
18. Che differenza c'è tra ipocentro ed epicentro?
19. Che caratteristiche hanno i flysch?
20. Quali sono le caratteristiche della molassa?

Test a risposta multipla

21 Secondo la teoria fissista:

a. i geologi consideravano i continenti e i bacini oceanici come strutture stabili della superficie terrestre in progressiva contrazione per effetto del raffreddamento;

b. i geologi consideravano i bacini oceanici come strutture stabili della superficie terrestre in progressiva contrazione per effetto del raffreddamento;

c. i geologi consideravano i continenti e i bacini oceanici come strutture instabili della superficie terrestre in progressiva contrazione per effetto del raffreddamento;

d. i geologi consideravano i continenti e i bacini oceanici come strutture stabili della superficie terrestre in progressiva espansione per effetto del raffreddamento;

22 A causa dell'attrito e della compressione della crosta sul sima:

a. i bordi continentali si sarebbero incurvati originando le catene montuose. In particolare lo spostamento dell'Africa verso ovest avrebbe formato le Ande e le Montagne Rocciose, mentre l'Himalaya si sarebbe sollevato durante il movimento del blocco indo-asiatico verso nord. L'uncino patagonico e le Antille, invece, sarebbero la conseguenza del ritardo di queste aree rispetto al blocco principale;

b. i bordi continentali si sarebbero incurvati originando le catene montuose sommerse. In particolare lo spostamento delle Americhe verso ovest avrebbe formato le Alpi e le Montagne Rocciose, mentre l'Himalaya si sarebbe sollevato durante il movimento del blocco indo-asiatico verso nord. L'uncino patagonico e le Antille, invece, sarebbero la conseguenza del ritardo di queste aree rispetto al blocco principale;

c. i bordi continentali si sarebbero incurvati originando le catene montuose. In particolare lo spostamento delle Americhe verso ovest avrebbe formato le Alpi e gli Appennini, mentre l'Himalaya si sarebbe sollevato durante il movimento del blocco indo-asiatico verso nord. L'uncino patagonico e le Antille, invece, sarebbero la conseguenza del ritardo di queste aree rispetto al blocco principale;

d. i bordi continentali si sarebbero incurvati originando le catene montuose. In particolare lo spostamento delle Americhe verso ovest avrebbe formato le Ande e le Montagne Rocciose, mentre l'Himalaya si sarebbe sollevato durante il movimento del blocco indo-asiatico verso nord. L'uncino patagonico e le Antille, invece, sarebbero la conseguenza del ritardo di queste aree rispetto al blocco principale.

23 I mesosauri sudamericani e africani:

a. rappresentano la più suggestiva prova paleontologica della deriva dei continenti. La presenza sulle due sponde dell'Atlantico meridionale di forme simili di mesosauri, animali acquatici incapaci di attraversare estensioni oceaniche, attesta che il braccio di mare che nel Permiano separava i due continenti era estremamente limitato;

b. rappresentano la più suggestiva prova paleontologica della deriva dei poli. La presenza sulle due sponde dell'Atlantico meridionale di forme simili di mesosauri, animali acquatici incapaci di attraversare estensioni oceaniche, attesta che il braccio di mare che nel Permiano separava i due continenti era estremamente limitato;

c. rappresentano la più suggestiva prova paleontologica della deriva dei continenti. La presenza sulle due sponde del Pacifico meridionale di forme simili di mesosauri, animali volanti incapaci di attraversare estensioni oceaniche, attesta che il braccio di mare che nel Permiano separava i due continenti era estremamente limitato;

d. rappresentano la più suggestiva prova paleontologica della deriva dei continenti. La presenza sulle due sponde dell'Atlantico meridionale di forme simili di mesosauri, animali acquatici incapaci di attraversare estensioni oceaniche, attesta che il braccio di mare che nel quaternario separava i due continenti era estremamente limitato.

24 L'ago della bussola:

a. non si dispone verso il sud geografico, individuato dal punto in cui l'asse terrestre interseca la superficie, ma verso il nord magnetico, creando un angolo detto di declinazione magnetica;

b. non si dispone verso il nord magnetico, individuato dal punto in cui l'asse terrestre interseca la superficie, ma verso il sud magnetico, creando un angolo detto di declinazione magnetica;

c. non si dispone verso il nord geografico, individuato dal punto in cui l'asse terrestre interseca la superficie, ma verso il nord magnetico, creando un angolo detto di declinazione magnetica;

d. non si dispone verso il nord geografico, individuato dal punto in cui l'asse terrestre interseca la superficie, ma verso il nord magnetico, creando un angolo detto di profondità magnetica.

25 Le rocce ricche di minerali ferrosi:

a. possiedono una suscettività magnetica permanente che presenta la stessa direzione del campo magnetico terrestre esistente al momento della loro formazione;

b. possiedono una suscettività magnetica temporanea che presenta la stessa direzione del campo magnetico terrestre esistente al momento della loro formazione;

c. possiedono una suscettività magnetica temporanea che presenta la stessa direzione del campo magnetico oceanico esistente al momento della loro formazione;

d. possiedono una suscettività magnetica permanente che presenta la stessa direzione del campo magnetico oceanico esistente al momento della loro formazione.

26 Il paleomagnetismo:

a. ha evidenziato una continua inversione dei poli magnetici durante le prime ere geologiche, in quanto non essendo possibile che le rocce invertano autonomamente il proprio magnetismo, è il campo magnetico terrestre che inverte la sua polarità per variazioni di intensità;

b. ha evidenziato una ripetuta inversione dei poli magnetici durante le diverse ere geologiche, in quanto non essendo possibile che le rocce invertano autonomamente il proprio magnetismo, è il campo magnetico terrestre che inverte la sua polarità per variazioni di intensità;

c. ha evidenziato una ripetuta inversione dei poli magnetici durante le prime tre ere geologiche, in quanto non essendo possibile che le rocce invertano autonomamente il proprio magnetismo, è il campo magnetico terrestre che inverte la sua polarità per variazioni di intensità;

d. ha evidenziato una ripetuta inversione dei poli magnetici durante le diverse ere geologiche, in quanto non essendo possibile che le rocce invertano autonomamente il proprio magnetismo, è il campo magnetico terrestre che inverte la sua rotazione.

27 Gli studi realizzati nel secondo dopoguerra:

a. espansione delle catene montuose, paleomagnetismo, migrazione dei poli, ecc., portarono alla formulazione della nuova teoria che si basa su un modello della Terra costituito fondamentalmente da tre parti: la crosta, il mantello e il nucleo;

b. espansione dei fondali marini, presenza di fossili, migrazione dei poli, ecc., portarono alla formulazione della nuova teoria che si basa su un modello della Terra costituito fondamentalmente da tre parti: la crosta, il mantello e il nucleo;

c. espansione dei fondali marini, paleomagnetismo, migrazione dei poli, ecc., portarono alla formulazione della nuova teoria che si basa su un modello della Terra costituito fondamentalmente da tre parti: la crosta, il mantello e l'astenosfera;

d. espansione dei fondali marini, paleomagnetismo, migrazione dei poli, ecc., portarono alla formulazione della nuova teoria che si basa su un modello della Terra costituito fondamentalmente da tre parti: la crosta, il mantello e il nucleo.

28 Il mantello:

a. è uno strato denso e caldo di roccia semisolida la cui parte alta, più fredda e rigida, forma, insieme alla crosta, la litosfera (sfera di pietra), spessa in media 80 km, e scomposta nelle placche che formano i continenti e gli oceani. Sotto la litosfera c'è una zona di materiale caldo semisolido chiamata astenosfera (sfera debole). Il mantello si estende complessivamente per 2885 km e rappresenta l'84% in volume del Pianeta;

b. è uno strato denso e caldo di roccia semisolida la cui parte alta, più fredda e rigida, forma, insieme alla crosta, la astenosfera (sfera di pietra), spessa in media 80 km e scomposta nelle placche che formano i continenti e gli oceani.
Sotto la litosfera c'è una zona di materiale caldo semisolido chiamata litosfera (sfera debole). Il mantello si estende complessivamente per 2885 km e rappresenta l'84% in volume del Pianeta;

c. è uno strato denso e caldo di roccia semisolida la cui parte alta, più fredda e rigida, forma, insieme alla crosta, la litosfera (sfera di pietra), spessa in media 8 km, e scomposta nelle placche che formano i continenti e gli oceani. Sotto la litosfera c'è una zona di materiale caldo semisolido chiamata astenosfera (sfera debole). Il mantello si estende complessivamente per 2885 km e rappresenta l'84% in volume del Pianeta;

d. è uno strato denso e caldo di roccia liquida la cui parte alta, più fredda e rigida, forma, insieme alla crosta, la litosfera (sfera di pietra), spessa in media 800 km, e scomposta nelle placche che formano i continenti e gli oceani. Sotto la litosfera c'è una zona di materiale caldo semisolido chiamata astenosfera (sfera debole). Il mantello si estende complessivamente per 2885 km e rappresenta l'84% in volume del Pianeta.

29 I punti caldi sono aree della superficie terrestre:

a. interessate da sprofondamento e fuoriuscita di materiale fuso di origine incerta (nucleo esterno o mantello inferiore) sotto forma di una colonna con diametro di circa 1-2 km, chiamata pennacchio (montle plumes), che termina in superficie con una sacca di magma;

b. interessate da risalita e fuoriuscita di materiale solido di origine incerta (nucleo esterno o mantello inferiore) sotto forma di una colonna con diametro di circa 1000-2500 km, chiamata pennacchio (montle plumes), che termina in superficie con una sacca di magma;

c. interessate da risalita e fuoriuscita di materiale fuso di origine incerta (nucleo esterno o mantello inferiore) sotto forma di una colonna con diametro di circa 100-250 km, chiamata pennacchio (montle plumes), che termina in superficie con una sacca di magma;

d. in zona oceanica, interessate da risalita e fuoriuscita di materiale fuso di origine superficiale (nucleo esterno o mantello inferiore) sotto forma di una colonna con diametro di circa 100-250 km, chiamata caldera (*montle plumes*), che termina in superficie con una sacca di magma.

30 Gli Appennini:

a. al momento della formazione si trovavano allineati come prolungamento a ovest delle Alpi e collegati ai monti della Spagna meridionale. In breve tempo furono interessati da un movimento rotatorio antiorario, con perno nell'attuale golfo ligure, che li portò lentamente nella posizione attuale;

b. al momento della formazione si trovavano allineati come prolungamento a ovest delle montagne spagnole e collegati ai monti della Francia meridionale. In breve tempo furono interessati da un movimento rotatorio antiorario, con perno nell'attuale golfo ligure, che li portò lentamente nella posizione attuale;

c. al momento della formazione si trovavano allineati come prolungamento a ovest delle Alpi e collegati ai monti della Spagna meridionale. In breve tempo furono interessati da un movimento rotatorio orario, con perno nell'attuale golfo ligure, che li portò lentamente nella posizione attuale;

d. al momento della formazione si trovavano allineati come prolungamento a ovest delle Alpi e collegati ai monti della Spagna meridionale. In breve tempo furono interessati da un movimento rotatorio orario, con perno nell'attuale golfo di Venezia, che li portò lentamente nella posizione attuale.

31 Il sonar (chiamato multibeam o multifascio):

a. è uno strumento che, posizionato sopra il ponte della nave, emette un fascio di onde (nel range di 1-500 kHz) direzionate verso il fondo marino. Le onde viaggiano lungo la colonna d'acqua, toccano il fondale che le riflette e tornano verso il ricevitore, posizionato sotto la chiglia della nave;

b. è uno strumento che, posizionato sotto la chiglia della nave, emette un fascio di onde (nel range di 1-500 kHz) direzionate verso il fondo marino. Le onde viaggiano lungo la colonna d'acqua, toccano il fondale che le riflette e tornano verso il ricevitore, posizionato sotto la chiglia della nave;

c. è uno strumento che, posizionato sotto l'elica della nave, emette un fascio di onde (nel range di 1-500 kHz) direzionate verso il fondo marino. Le onde viaggiano lungo la colonna d'acqua, toccano il fondale che le assorbe e tornano verso il ricevitore, posizionato sotto la chiglia della nave;

d. è uno strumento che, posizionato sotto la chiglia della nave, emette un fascio di onde (nel range di 1-500 kHz) direzionate verso il fondo marino. Le onde viaggiano lungo la colonna d'acqua, toccano il fondale che le riflette, e tornano verso il ricevitore, posizionato sotto la chiglia della nave.

32 La relazione geologica:

a. deve contenere i risultati delle indagini sul sito in riferimento all'opera da realizzare e analizzare i costi economici sia in presenza dell'opera che in sua assenza. Deve pertanto stabilire se l'opera può essere realizzata e analizzare le problematiche relative alla stabilità dei terreni e all'assetto idrogeologico dell'area;

b. deve contenere i risultati delle indagini sul sito in riferimento all'opera da realizzare e analizzare la pericolosità geologica sia in presenza dell'opera che in sua assenza. Deve pertanto stabilire se l'opera può essere realizzata e analizzare le problematiche relative alla stabilità dei terreni e all'assetto idrogeologico dell'area;

c. deve contenere i risultati delle indagini sul sito in riferimento all'opera da realizzare e analizzare la pericolosità geologica sia in presenza dell'opera che in sua assenza. Deve pertanto stabilire se l'opera può essere realizzata e analizzare le problematiche relative alla convenienza economica;

d. deve contenere i risultati delle indagini sul sito in riferimento alle opere esistenti da tempo in zona e analizzare la pericolosità geologica sia in presenza dell'opera che in sua assenza.
Deve pertanto stabilire se l'opera può essere realizzata e analizzare le problematiche relative alla stabilità dei terreni e all'assetto idrogeologico dell'area.

Vero o falso?

a. La geologia studia la storia della Terra attraverso l'osservazione dei fenomeni fisici, chimici e biologici che ne hanno determinato l'evoluzione nel corso delle ere geologiche ☐ V ☐ F

b. Secondo il principio della subsidenza, il sima si comporta come un fluido denso in cui i blocchi continentali possono compiere movimenti verticali ☐ V ☐ F

c. Più dei 2/3 della superficie terrestre sono coperti dal mare, i cui fondali sono stati studiati in dettaglio solo dopo la seconda guerra mondiale grazie ai più sofisticati strumenti di osservazione disponibili ☐ V ☐ F

d. La crosta suboceanica è spessa solo pochi chilometri ed è diversa per composizione da quella continentale ☐ V ☐ F

e. L'ago della nostra bussola non si dispone verso il sud geografico, individuato dal punto in cui l'asse terrestre interseca la superficie, ma verso il nord magnetico, creando un angolo detto di declinazione magnetica ☐ V ☐ F

f. Se prendiamo un campione di roccia continentale con posizione, età e caratteristiche magnetiche note, possiamo identificare il cosiddetto "polo geomagnetico virtuale", cioè possiamo trovare le coordinate del punto in cui avrebbe dovuto trovarsi il Polo magnetico al momento della magnetizzazione del campione ☐ V ☐ F

g. Il nucleo è la parte più interna della Terra, composta da una parte liquida esterna di circa 2270 km e una parte solida più interna di 12160 km. Quando la Terra ruota, il nucleo esterno ruota a sua volta generando il campo gravitazionale terrestre ☐ V ☐ F

h. Una placca tettonica, o placca litosferica, è una porzione di litosfera formata da rocce solide con spessore variabile dai 15 km per la litosfera oceanica, fino ai 200 km per quella continentale ☐ V ☐ F

i. Il margine oceanico, più leggero, sprofonda nell'astenosfera per subduzione con parziale fusione delle rocce, generando una cintura di vulcani e una fossa oceanica mentre il margine continentale si innalza per la spinta verso l'alto ☐ V ☐ F

l. Il movimento delle placche è indotto da forze presenti nel mantello caldo e semifuso sotto le placche più rigide ☐ V ☐ F

m. I punti caldi sono aree della superficie terrestre interessate da sprofondamento e fuoriuscita di materiale fuso di origine incerta (nucleo esterno o mantello inferiore) sotto forma di una colonna con diametro di circa 1000-2500 km, chiamata pennacchio (montle plumes), che termina in superficie con una sacca di magma ☐ V ☐ F

n. Le faglie sono piani di debolezza lungo i quali si scarica la tensione accumulata in una massa rocciosa, con conseguente spostamento di due masse ☐ V ☐ F

o. Le faglie trasformi sono situate parallelamente alle dorsali oceaniche, conferendo loro un andamento di spezzata ☐ V ☐ F

p. La struttura geologica dell'Italia deriva dall'orogenesi (dal greco *oros* = monte e *genesis* = nascita) alpina, una serie di deformazioni degli strati rocciosi iniziate nel Cretacico (100 milioni di anni fa) e sostanzialmente concluse nell'Archeozoico (15 milioni di anni fa), anche se tuttora in atto ☐ V ☐ F

q. Gli Appennini, al momento della formazione, si trovavano allineati come prolungamento a ovest delle Alpi, e collegati ai monti della Spagna meridionale. In breve tempo furono interessati da un movimento rotatorio antiorario, con perno nell'attuale golfo ligure, che li portò lentamente nella posizione attuale ☐ V ☐ F

r. Nel Neozoico le catene Alpina e Appenninica si sono ripetutamente ricoperte di ghiacciai che hanno prodotto una grande quantità di materiale morenico che, trasportato a valle, ha riempito depressioni e creato invasi che sono all'origine dei grandi laghi subalpini ☐ V ☐ F

s. Il flysch è un deposito di notevole spessore, strettamente legato alle catene montuose in formazione, costituito da materiale detritico trasportato da correnti torbiditiche di ambiente marino profondo ☐ V ☐ F

t. La molassa è un materiale sedimentario costituito da sabbie che si accumulano in aree marginali di una catena montuosa ☐ V ☐ F

u. Il sonar viene utilizzato per rilevare la batimetria (cioè la profondità del fondale) e la sismica a riflessione è impiegata per indagare la struttura della crosta terreste al di sotto del fondale marino ☐ V ☐ F

v. Il principale uso dei dati ottenuti con la sismica a riflessione è collegato alla ricerca e allo sfruttamento di fossili ☐ V ☐ F

Capitolo 2
Fattori e processi di formazione del suolo

Rlepilogo dei concetti chiave

2.1 • L'importanza del suolo e la pedogenesi
(nel volume a pag. 44)

La **pedogenesi** è l'insieme dei processi di alterazione delle rocce e di trasformazione della sostanza organica. I **fattori della pedogenesi** determinano le proprietà di ogni suolo in funzione del clima, degli organismi vegetali e animali presenti, del rilievo, della roccia madre, del tempo e di altri fattori locali. I **processi pedogenetici** possono essere ricondotti a quattro tipologie: addizione; perdita; traslocazione e trasformazione. L'**erosione** è causata dalla solubilizzazione e dal trasporto. La prima (fattore chimico) rende solubili le sostanze che compongono le rocce tramite l'azione dell'acqua; la seconda (fattore fisico) esercita un'azione meccanica traslocando le particelle.

2.2 • Caratteristiche del suolo *(nel volume a pag. 52)*

Il **suolo** ha origine dall'evoluzione della roccia madre e svolge un ruolo fondamentale per lo sviluppo della vita nella biosfera. La **tessitura** indica la divisione percentuale delle particelle del terreno secondo classi di diametro. Divide il terreno in due classi fondamentali: scheletro e terra fine. La **struttura** è la rappresentazione spaziale delle particelle del terreno condizionata dalla presenza di materiali colloidali come argille e humus. L'**humus** deriva da una profonda trasformazione della sostanza organica con cambiamento di colore e consistenza per la formazione di sostanze colloidali. L'**acqua nel terreno** è soggetta a un complesso di forze che in parte la trattengono mentre altre tendono ad allontanarla. Nel complesso si parla di forze di tensione dell'acqua.

2.3 • Rilevamento e classificazione dei suoli
(nel volume a pag. 64)

Il **profilo del suolo** è rappresentato dai diversi strati che lo compongono in una sezione verticale divisa in zone omogenee, dette "orizzonti", che si susseguono dall'alto verso il basso. Lo **strato eluviale**, od orizzonte E, è prevalentemente costituito da minerali impoveriti di sostanze colloidali per traslocazione verso gli strati inferiori. Lo **strato illuviale**, od orizzonte B, presenta accumulo di composti provenienti dall'orizzonte E come cloruri, solfati e carbonati. In generale ha colore rosso scuro o giallo carico.

Gli **orizzonti** sono indicati con sigle convenzionali e si susseguono dall'alto verso il basso: O (organico), A (minerale con sostanza organica umificata), E (eluviale), B (illuviale), C (roccia invariata), R (roccia madre).

La **classificazione dei suoli** prende in considerazione caratteristiche specifiche dei vari terreni quali colore, struttura, profondità, CSC, pH, ecc.

2.4 • Valutazione dei suoli
(nel volume a pag. 27)

La **capacità d'uso dei suoli** è finalizzata a valutare le potenzialità produttive agro-silvo-pastorali, sulla base di una gestione conservativa della risorsa suolo. La **valutazione agronomica** è finalizzata a determinare le proprietà agronomiche specifiche, l'idoneità a un determinato uso, la vulnerabilità, la scelta ottimale di impiego tra le diverse possibili. La **vocazione colturale** indica che in un territorio è possibile ottenere buoni risultati dalla coltivazione di una determinata specie, in funzione delle condizioni climatiche e pedologiche.

L'**habitat** è l'insieme delle condizioni ambientali che permettono la vita e lo sviluppo di una specie vegetale o animale, ed è legato alle condizioni fisiche, geomorfologiche ed economiche del territorio. I **vincoli d'uso e paesistici**, legati agli aspetti idrogeologico, forestale e di valore paesaggistico, sono introdotti con strumenti urbanistici che tendono alla salvaguardia dell'ambiente. La **vocazione edificatoria** è in funzione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati a opere di edificazione. È inoltre possibile classificare i terreni in base alle loro caratteristiche geotecniche.

APPROFONDIMENTI

Link

2.1 • L'importanza del suolo e la pedogenesi

L'humus

(nel volume a pag. 49)

È un prodotto chimico di natura complessa con composizione incostante, formato da composti di elevato peso molecolare, con rapporto C/N (carbonio/azoto) intorno a 10. Deriva dalla decomposizione di residui organici attraverso la formazione di prodotti intermedi, quali proteine, amminoacidi, carboidrati, grassi, vitamine.

Il potere tampone del terreno

(nel volume a pag. 49)

Il terreno esercita un'azione mitigatrice sia sull'acidità sia sull'alcalinità delle soluzioni, regolando la quantità di ioni H e OH liberi.
Tale comportamento, detto **anfotero**, è causato dalla presenza di colloidi argillosi e umici.

Il lombrico, l'ingegnere ecologico del terreno *(nel volume a pag. 49)*

La zoologia ha indicato in più di 200 le specie di lombrichi con caratteristiche fisiologiche ed ecologiche diverse. Quello più diffuso nei nostri terreni appartiene alla famiglia dei Lombricidi ed è il Lombricus terrestris, che rappresenta la biomassa vivente dominante sia nei terreni naturali sia in quelli coltivati con un numero di esemplari per metro quadrato che va da 300 a 1000 unità (da 3 a 10 milioni per ettaro, **fig. 2.1**). Il lombrico colonizza il suolo fino a 2 m di profondità, predilige la parte organica e si nutre di detriti vegetali e miceli. L'apparato digerente del lombrico attiva processi di **sminuzzamento e decomposizione dei detriti** che vengono successivamente aggregati a particelle di terreno tramite composti secreti da ghiandole gastriche. I grumi che si formano vengono espulsi dal corpo del lombrico e vanno a formare "l'humus di lombrico", particolarmente utile per la struttura e la fertilità del suolo. Gli effetti positivi per la struttura sono molteplici: vi è un continuo **rimescolamento** delle particelle del terreno; la sostanza organica è resa più stabile e meno esposta al dilavamento; i residui vegetali sono sminuzzati, decomposti e resi disponibili per gli altri organismi del suolo (funghi, batteri, alghe, insetti, acari, crostacei). In un anno possono essere prodotte in un ettaro di terreno da 5 a 90 t di humus di lombrico.

Fig. 2.1 • *Il lombrico colonizza il suolo fino a 2 m di profondità nutrendosi di residui vegetali e miceli.*

Link

2.2 • Caratteristiche del suolo

L'azoto e le piante *(nel volume a pag. 57)*

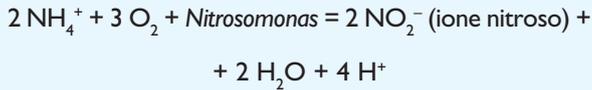
Nel terreno, il **ciclo dell'azoto** si svolge in stretto rapporto con l'atmosfera ed è realizzato da **batteri** del genere Rhizobium che si insediano sulle radici delle piante leguminose (**fig. 2.2 a, b**) e producono caratteristici rigonfiamenti (**tubercoli**), in cui l'**azoto viene fissato** e poi lentamente **ceduto alle piante**.
Un'ulteriore azione è esercitata da batteri azotofissatori non simbionti, dei generi Azotobacter e Clostridium, che **mineralizzano la sostanza organica** liberando ioni ammonio NH41.

Fig. 2.2 a, b • *Le piante appartenenti alla famiglia delle leguminose subiscono l'insediamento di batteri utili alla trasformazione dell'azoto nitrico, facilmente assimilabile dalle piante.*

Tali ioni successivamente vengono attaccati da batteri autotrofi aerobi (reazione di ossidazione) con formazione di azoto nitroso (NO22) e azoto nitrico (NO32), secondo le seguenti reazioni:

$$2\,NH_4^+ + 3\,O_2 + \textit{Nitrosomonas} = 2\,NO_2^- \text{ (ione nitroso) } +$$

$$+\,2\,H_2O + 4\,H^+$$

$$2\,NO_2^- + O_2 + \textit{Nitrobacter} = 2\,NO_3^- \text{ (ione nitrico)}$$

L'azoto nitrico è la forma più facilmente assimilabile dalle piante, ma è soggetto a dilavamento in profondità in quanto lo ione NO32 non è trattenuto dal potere adsorbente del terreno. Nei terreni asfittici (con poco ossigeno), lo ione subisce il processo inverso di denitrificazione con formazione di ammoniaca.

Il fosforo e le piante *(nel volume a pag. 57)*

I fosfati sono uno dei tre elementi fertilizzanti indispensabili in agricoltura ma, a differenza dell'abbondante potassio e dell'inesauribile azoto presente in atmosfera, le riserve a disposizione dell'uomo, situate prevalentemente in Marocco, Cina e USA (**fig. 2.3**), ammontano a circa 15 milioni di tonnellate e sono sufficienti per circa 90 anni (secondo l'attuale fabbisogno). Se poi si pensa che il consumo di fertilizzante salirà per la sempre maggiore richiesta alimentare da parte della crescente popolazione mondiale, l'esaurimento di queste scorte potrebbe verificarsi anche in 50 anni. Non bisogna dimenticare che la riduzione dei giacimenti farà salire il prezzo del fertilizzante e quindi del cibo, che potrebbe diventare inaccessibile a un numero sempre maggiore di esseri umani. Per evitare tutto questo è necessario modificare le pratiche agricole, minimizzando le perdite di fosforo dai terreni (in questo modo si limiterà anche l'eutrofizzazione dei mari), e utilizzare colture con minore esigenza di concime.

Fig. 2.3 • *Fosfati nella Nuova Guinea.*

Le micorrize *(nel volume a pag. 58)*

Negli ultimi trent'anni la ricerca scientifica ha chiarito che le micorrize non rappresentano solo la norma di quasi tutte le condizioni vegetali, ma determinano anche il **miglioramento idrico e nutrizionale della pianta ospite**.
Non esiste un solo tipo di micorriza poiché, nel corso della loro evoluzione, le piante si sono diversificate per adattarsi agli ambienti più diversi; pertanto è naturale che i funghi, loro partners, si siano evoluti insieme a queste.
Tra i vegetali e i funghi, in base alla capacità o meno del fungo di penetrare all'interno delle cellule radicali della pianta ospite, possiamo individuare tre forme di micorriza:

- **ectomicorriza**;
- **endomicorriza**;
- **ectoendomicorriza**.

Le ectomicorrize sono così definite perché le ife non penetrano mai all'interno delle cellule dell'ospite.
Esse sono diffuse nelle piante arboree forestali (**fig. 2.5 a, b, c**), come betulla, castagno, faggio, quercia, abete, larice, e sono formate da circa 4000-5000 specie fungine appartenenti alle divisioni *Basidiomycota* e *Ascomycota*.
Le **endomicorrize** sono così definite perché, a differenza delle ectomicorrize, le ife penetrano nelle cellule dell'ospite, ma non creano un mantello esterno. All'interno delle cellule le ife si diramano e formano strutture ramificate a forma di albero, chiamate "arbuscoli", o rigonfiamenti tondeggianti chiamati "vescicole".
Le endomicorrize, dette anche **VAM** (**micorrize vescicolo-arbuscolari**), sono le più diffuse in natura e rivestono un ruolo sempre più interessante per l'applicazione in agricoltura, in quanto possono infettare molte piante di interesse agronomico e da legno.
Formano endomicorrize arbuscolari circa 130 specie di funghi appartenenti agli Zygomyceti, che interessano molte piante erbacee, ortive e da frutto.
Le **ectoendomicorrize** costituiscono una forma intermedia tra le ectomicorrize e le endomicorrize,

Fig. 2.4 • *A volte, sollevando una grossa pietra posta sotto un albero, è possibile notare gli apici radicali dai quali partono i cordoni miceliari.*

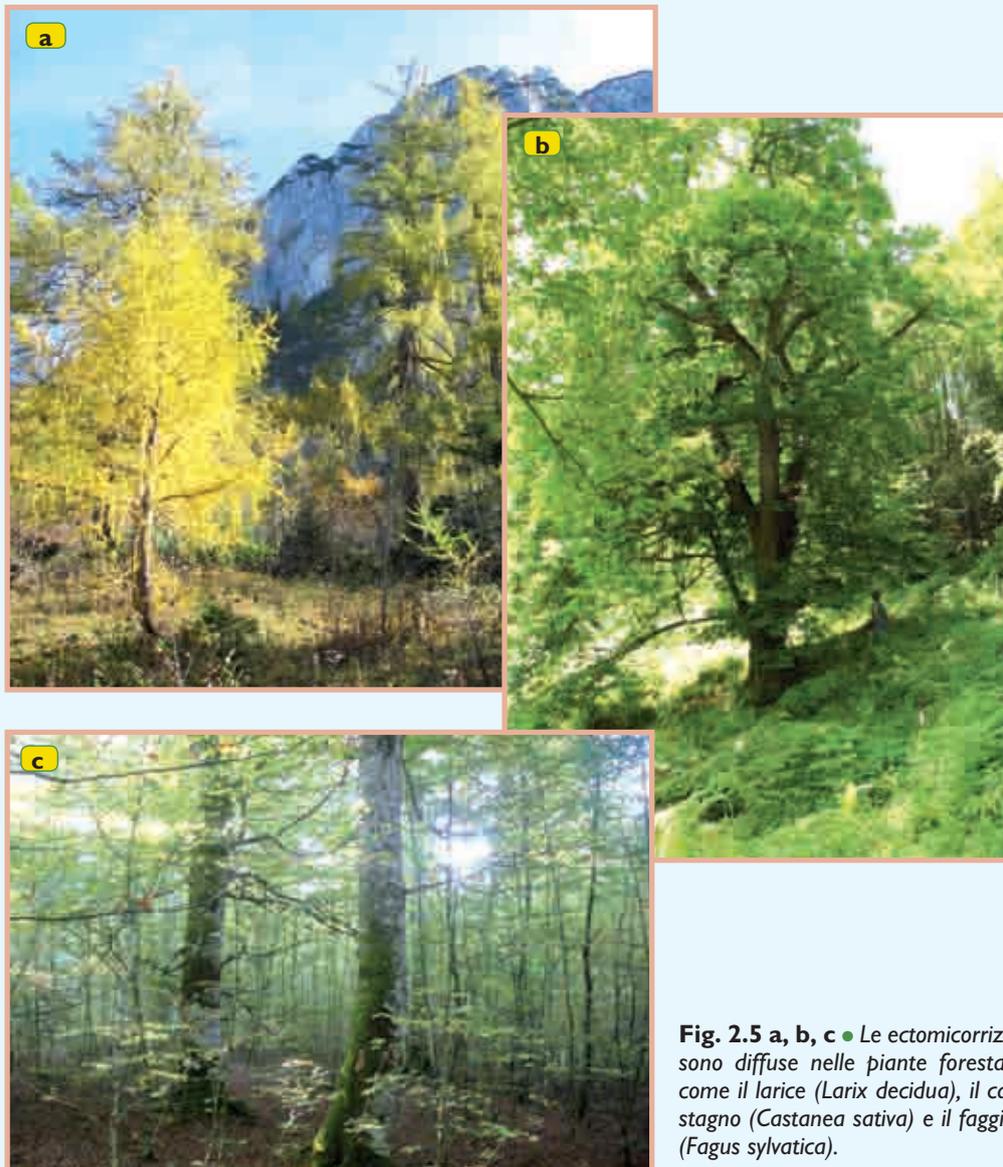



Fig. 2.5 a, b, c • *Le ectomicorrize sono diffuse nelle piante forestali come il larice (Larix decidua), il castagno (Castanea sativa) e il faggio (Fagus sylvatica).*

e rappresentano un tipo di micorriza ancora poco conosciuto e studiato.
In generale, si può affermare che l'instaurarsi della micorriza nella pianta ospite non solo **modifica la sua morfologia**, ma apporta anche profonde **alterazioni della fisiologia**:
1. la pianta ospite cede al fungo zuccheri non complessi (glucosio, saccarosio, fruttosio), derivanti dalla fotosintesi clorofilliana della pianta;
2. il fungo assorbe una maggiore quantità di sostanze nutritive attraverso lo sviluppo considerevole delle ife nel terreno, in quanto esse esplorano un volume di suolo maggiore di quanto può fare la singola radice, anche lontano dalla zona di assorbimento della radice stessa;
3. le micorrize permettono alla pianta di utilizzare direttamente i minerali presenti nel suolo come composti insolubili rendendoli solubili.

L'incremento di assorbimento di sali minerali come Ca, K, Fe, Mg, Zn e Cu modifica l'equilibrio e la composizione dei nutrienti nei tessuti della pianta aumentando la resa fotosintetica. Inoltre, una migliore nutrizione minerale della pianta, soprattutto a base di fosforo, le dona maggiore tolleranza a condizioni di stress, come le variazioni di pH e gli sbalzi di temperatura.

Grazie alla secrezione di sostanze antibiotiche, la pianta aumenta la sua resistenza ai fitopatogeni. Tutto questo si traduce in **una maggiore crescita della pianta**, in particolare nei terreni poveri di elementi minerali.

Il Consorzio di bonifica *(nel volume a pag. 63)*

La bonifica di un territorio consiste nell'eliminazione delle acque stagnanti che esso ospita, al fine di mettere a coltura i terreni e debellare le malattie legate alla presenza dell'acqua, in particolare la malaria.
Dal 1925 al 1938 vennero realizzate in Italia le principali opere idrauliche di bonifica per fronteggiare la sempre maggiore richiesta di terre coltivabili a seguito dell'espansione demografica.

La bonifica idraulica, o più precisamente **bonifica agraria**, per il complessivo intervento di ottimizzazione finalizzato alla gestione del territorio (**fig. 2.6**), fu completata negli anni '70 del secolo scorso, passando successivamente a interventi di mantenimento e ammodernamento degli impianti. Dal 1933 venne introdotto il concetto di **bonifica integrale** intesa come un insieme di interventi sulle vie di comunicazione (rete idrica, elettrica e servizi civili) al fine di rendere abitabile l'area bonificata e predisporre lo sviluppo socioeconomico. La bonifica integrale ha rappresentato il presupposto per l'attuazione dei **miglioramenti fondiari** tendenti alle migliori pratiche agricole.
Le opere di bonifica possono riguardare terreni con le seguenti caratteristiche negative:

- eccesso di sali minerali;
- reazione chimica o struttura;
- situazioni di instabilità e regimazione delle acque;
- terreni paludosi.

Fig. 2.6 ● *Le opere di bonifica effettuate all'inizio del secolo scorso erano finalizzate a creare reti idrauliche per la regimazione delle acque stagnanti nelle zone da destinare all'agricoltura.*

Link

2.3 ● Rilevamento e classificazione dei suoli *(nel volume a pag. 71)*

(nel volume a pag. 71)

Classificazione attitudinale alla coltivazione su base climatica e pedologica

Per stabilizzare le rese produttive, garantire un adeguato standard qualitativo dei prodotti, ridurre i costi di produzione e diminuire l'impatto ambientale dell'attività agricola, è necessario approfondire le conoscenze delle **relazioni causa-effetto tra sistema pedoclimatico e produzione agricola**.
Le produzioni agricole variano annualmente per diversi ordini di motivi, in particolare a causa dell'**andamento meteorologico** che negli ultimi anni si è notevolmente allontanato dalla situazione di normalità climatica del passato, aumentando il rischio produttivo. Aumenti delle temperature, lunghi periodi siccitosi alternati a piogge concentrate in brevi periodi, conseguente degrado dei suoli e pericolo di desertificazione, uso di cultivar molto produttive e poco rustiche rappresentano fattori che hanno aumentato la vulnerabilità climatica delle coltivazioni. Per fornire indicazioni certe agli agricoltori, è stata realizzata una **carta di classificazione attitudinale in funzione climatica** utilizzando dati meteorologici attendibili, appartenenti a una serie storica trentennale, incrociati con dati geopedologici derivati dalla Carta nazionale della capacità idrica dei suoli.
Sono stati analizzati i seguenti parametri:

- per la **temperatura**, valori giornalieri delle temperature massime, minime e medie;
- **sommatorie termiche** effettuate su base decadale (ogni dieci giorni);
- **precipitazioni piovose**, calcolate su totali mensili;
- per la **stagione di crescita**, sono stati individuati i periodi dell'anno all'interno di soglie termiche per ogni coltura;
- per il **fabbisogno di freddo**, sono state calcolate le Unità di freddo cumulate (l'unità di freddo è pari all'esposizione per 1 ora a temperatura di 6 °C);
- per le **gelate**, è stata calcolata la frequenza media di tutte le temperature inferiori a 0 °C considerate all'interno del periodo di crescita;
- l'**evapotraspirazione** è stata calcolata secondo quella giornaliera determinata dalla FAO;
- il calcolo del **bilancio idrico tra evapotraspirazione e precipitazioni piovose**, considerando che 1 mm di acqua persa o guadagnata dal sistema suolo-pianta corrisponde a circa 10 m3/ha;
- per le **elaborazioni fenologiche**, i dati esposti sono riferiti a una specie;
- tessitura dei suoli, secondo il metodo USDA (triangolo della tessitura).

I risultati ottenuti hanno lo scopo di formare un **atlante agroclimatico** del territorio italiano integrando i dati in uscita con un sistema GIS. L'atlante indica la normalità climatica suggerendo gli areali più vocati alla coltivazione.
Nella pratica agronomica, l'incrocio dei dati pedologici con quelli climatici produce informazioni che risultano di grande utilità nel momento in cui si voglia operare una scelta relativa alla coltivazione o all'impianto di una varietà.
Per esempio, dall'analisi geopedologica e climatologia è possibile suddividere un territorio in funzione della vocazionalità alla coltivazione della vite e scegliere la varietà che in quel determinato territorio offre le migliori performance in termini qualitativi e quantitativi.

2.4 • VALUTAZIONE DEI SUOLI *(nel volume a pag. 68)*

Carta dell'attitudine alla produzione del tartufo bianco *(nel volume a pag. 71)*

Considerata la vastità del territorio marchigiano e la scala di proporzione adottata, i fattori che maggiormente caratterizzano le aree geografiche vocate alla produzione di tartufi, sono la **litologia e il clima**. Per la determinazione delle condizioni climatiche si sono scelte le informazioni riguardanti le precipitazioni e l'altitudine, variabili maggiormente considerate nell'ecologia del tartufo. Inizialmente sono state realizzate tre carte attitudinali: litologica (**fig. 2.7 a**), pluviometrica (**fig. 2.7 b**), altimetrica (**fig. 2.7 c**), con vari giudizi di attitudine (buono, discreto, mediocre). La risultante dell'intersezione di queste aree, mediata con opportuni valori aventi funzioni di peso, ha determinato le carte di attitudine alla produzione (**fig. 2.7 d**). In queste carte, le superfici **buone** sono quelle in cui, in determinate condizioni locali di vegetazione, morfologia, esposizione e suolo, il tartufo può svilupparsi ovunque; quelle **discrete** sono le superfici in cui, anche con variabili locali considerate idonee, il tartufo non si può sviluppare ovunque; quelle mediocri sono le aree in cui si può trovare il tartufo, anche se sporadicamente. Verifiche successive hanno dimostrato l'eccellente rispondenza dei risultati ottenuti con la realtà.

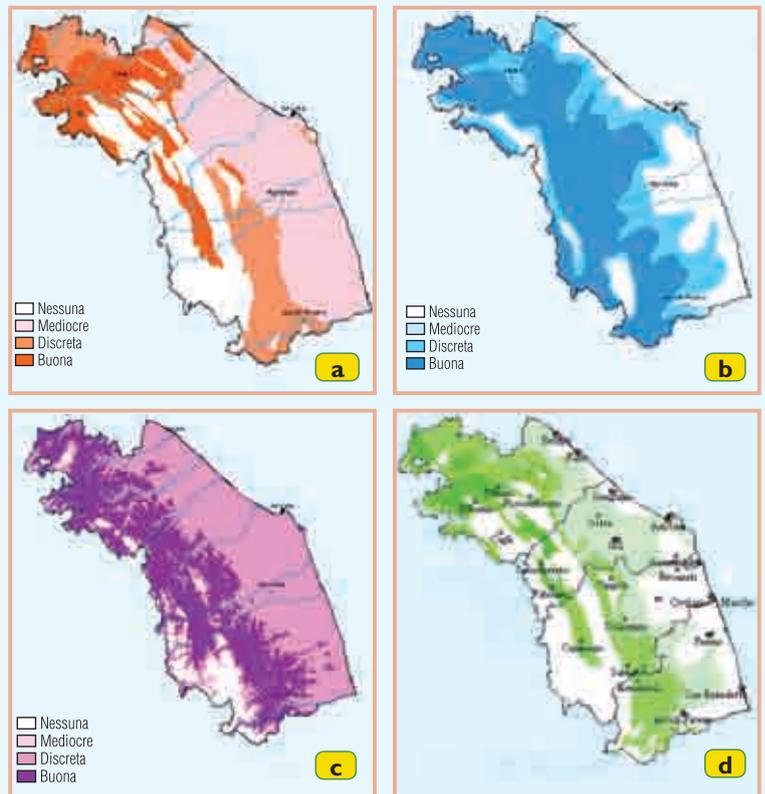



Fig. 2.7 a, b, c, d • *Carta litologica (a), carta pluviometrica (b), carta altimetrica (c), carta di attitudine alla produzione del tartufo bianco (d).*

Variabili considerate per la realizzazione della carta dell'attitudine alla produzione del tartufo bianco pregiato della regione Marche.

Litologia		Altitudine		Precipitazioni	
Classe di vocazione	**Litotipi**	**Classe di vocazione**	**Altitudine (m)**	**Classe di vocazione**	**Precedenti medie annue (mm)**
Buona	Depositi arenacei, arenaceo-pelitici, pelitico-arenacei; marne e argille siltose (Miocene)	Buona 3	300-800	Buona 2	800-1000
Discreta	Argilliti e marne caoticizzate, arenarie quarzose, calcari e calcari marnosi, calcareniti (Eocene Cretaceo sup.); depositi arenacei, arenaceo-pelitici, pelitico-arenacei (Miocene) (Bacino della Laga)	Discreta 2	0-300 700-1000	Discreta 2	1300-1400 800-900
Mediocre	Depositi pelitici, pelitico-arenacei, arenaceo-pelitici, sabbiosi (Pleistocene)				

Punteggio totale (somma dei punteggi delle tre classi di vocazione)	Classe di attitudine
9	BUONA
7-8	DISCRETA
6-5	MEDIOCRE

Maxiverifica finale

Domande per la verifica orale

1. Cosa si intende per frammentazione fisico-meccanica?
2. Perché il clima è un elemento fondamentale della pedogenesi?
3. Che cosa significa roccia madre?
4. Quali sono i processi primari?
5. Che cosa si intende per idroclastismo?
6. Che cosa significa l'espressione "substrato autoctono"?
7. Che cosa indica il termine paleosuolo?
8. In che cosa consiste l'ossidazione?
9. Che cos'è la solubilizzazione?
10. Che cosa si intende per morfologia?
11. Descrivi l'influenza dell'esposizione sull'evoluzione dei suoli
12. Come si origina l'humus e che importanza ricopre?
13. Che cosa si intende per regioni pedologiche?
14. Che cos'è la tessitura di un terreno?
15. Che cosa si intende per struttura di un terreno?
16. Che cosa esprime il pH?
17. Quali sono le cause e i problemi generati dalla clorosi ferrica?
18. Che cosa esprime e che importanza ha il rapporto C/N?
19. Che cos'è il potenziale idrico?
20. Quali sono le principali azioni a tutela del suolo?

Test a risposta multipla

21 I suolo:

a. è il prodotto dell'alterazione, del cambiamento e dell'organizzazione degli strati inferiori della crosta terrestre, della vita, dell'atmosfera e degli scambi di energia che vi si manifestano;
b. è fonte dell'alterazione, del cambiamento e dell'organizzazione degli strati superiori della crosta terrestre, della vita, dell'atmosfera e degli scambi di energia che vi si manifestano;
c. è il prodotto dell'alterazione, del cambiamento e dell'organizzazione degli strati superiori del nucleo terrestre, della vita, dell'atmosfera e degli scambi di energia che vi si manifestano;
d. è il prodotto dell'alterazione, del cambiamento e dell'organizzazione degli strati superiori della crosta terrestre, della vita, dell'atmosfera e degli scambi di energia che vi si manifestano.

22 La pedogenesi è l'insieme dei processi di alterazione:

a. delle rocce e di trasformazione della sostanza organica con conseguente reciproco cambiamento di equilibrio;
b. dell'argilla e di trasformazione della sostanza organica con conseguente reciproco cambiamento di equilibrio;
c. delle sabbie e di trasformazione della sostanza organica con conseguente reciproco cambiamento di equilibrio;
d. delle rocce e di trasformazione della sostanza inorganica con conseguente reciproco cambiamento di equilibrio.

23 I fattori fisici:

a. modificano le caratteristiche di consistenza e permeabilità all'aria;
b. predispongono il substrato a successive trasformazioni, ma non causano cambiamenti nella composizione delle rocce;
c. modificano le caratteristiche di consistenza e permeabilità solo all'acqua predisponendo il substrato a successive trasformazioni, ma non causano cambiamenti nella composizione delle rocce;
d. modificano le caratteristiche di consistenza e permeabilità all'acqua e all'aria, predisponendo il substrato a successive trasformazioni e causano cambiamenti nella composizione delle rocce;
e. modificano le caratteristiche di consistenza e permeabilità all'acqua e all'aria, predisponendo il substrato a successive trasformazioni, ma non causano cambiamenti nella composizione delle rocce.

24 La morfologia è intesa:

a. come altimetria, colore, pendenza ed esposizione di un versante, condiziona l'azione delle precipitazioni, dell'insolazione e della gravità modificando l'intensità di evoluzione del suolo;
b. come altimetria, pendenza ed esposizione di un versante, condiziona l'azione delle precipitazioni, dell'insolazione e della gravità modificando l'intensità di evoluzione del suolo;
c. come altimetria, pendenza ed esposizione di un terreno pianeggiante, condiziona l'azione delle precipitazioni, dell'insolazione e della gravità modificando l'intensità di evoluzione del suolo;
d. come altimetria, pendenza ed esposizione di un versante, condiziona l'azione delle precipitazioni, dell'insolazione e della gravità modificando l'intensità di evoluzione del suolo.

25 La solubilizzazione si manifesta attraverso:

a. la separazione di ioni dai minerali presenti nelle rocce. La molecola dell'acqua agisce come dipolo elettrico con carica positiva in corrispondenza degli atomi di idrogeno;
b. la separazione di atomi dai minerali presenti nelle rocce. La molecola dell'acqua agisce come dipolo elettrico con carica positiva in corrispondenza degli atomi di idrogeno;
c. la separazione di ioni dai minerali presenti nelle rocce. La molecola dell'acqua agisce come tripolo elettrico con carica positiva in corrispondenza degli atomi di idrogeno;
d. la separazione di ioni dai minerali presenti nelle rocce. La molecola dell'acqua agisce come dipolo elettrico con carica positiva in corrispondenza degli atomi di ossigeno.

26 L'humus deriva:

a. dalla decomposizione di residui inorganici attraverso la formazione di prodotti intermedi, quali proteine, amminoacidi, carboidrati, grassi, vitamine;
b. dalla decomposizione di residui organici attraverso la formazione di prodotti intermedi, quali proteine, amminoacidi, carboidrati, grassi, vitamine, integratori;
c. dalla decomposizione di residui organici attraverso la formazione di prodotti intermedi, quali proteine, amminoacidi, carboidrati, grassi, vitamine, antibiotici;
d. dalla decomposizione di residui organici attraverso la formazione di prodotti intermedi, quali proteine, amminoacidi, carboidrati, grassi, vitamine.

27 La riduzione:

a. è il fenomeno opposto all'ossidazione e comporta la perdita di elettroni a spese di un altro elemento che si riduce;
b. è il fenomeno opposto all'ossidazione e comporta la perdita di elettroni a spese di un altro elemento che si ossida;
c. è il fenomeno complementare all'ossidazione e comporta l'acquisto di elettroni a spese di un altro elemento che si ossida;
d. è il fenomeno opposto all'ossidazione e comporta l'acquisto di elettroni a spese di un altro elemento che si ossida.

28 La chelazione:

a. è il processo in cui i complessi organici si legano a metalli quali ferro, alluminio, calcio e silicio. In tal modo le sostanze vengono rese disponibili per la nutrizione vegetale;

b. è il processo in cui i complessi inorganici si legano a metalli quali ferro, alluminio, calcio e silicio. In tal modo le sostanze vengono rese disponibili per la nutrizione vegetale;
c. è il processo in cui i complessi minerali si legano a sostanze organiche quali ferro, alluminio, calcio e silicio. In tal modo le sostanze vengono rese disponibili per la nutrizione vegetale;
d. è il processo in cui i complessi organici si legano a metalli quali ferro, alluminio, calcio e silicio. In tal modo le sostanze vengono rese indisponibili per la nutrizione vegetale.

29 Il suolo svolge un ruolo fondamentale:
a. per lo sviluppo della vita nella litosfera, poiché prende parte a processi sostanziali come il ciclo del carbonio e dell'azoto, immagazzina l'acqua meteorica e collabora al mantenimento delle falde, filtra l'acqua superficiale depurandola dai rifiuti solidi e liquidi, e infine costituisce il supporto per la vita delle piante;
b. per lo sviluppo della vita nella biosfera, poiché prende parte a processi sostanziali come il ciclo del carbonio e dell'azoto, dell'elio, immagazzina l'acqua meteorica e collabora al mantenimento delle falde, filtra l'acqua superficiale depurandola dai rifiuti solidi e liquidi, e infine costituisce il supporto per la vita delle piante;
c. per lo sviluppo della vita nella biosfera, poiché prende parte a processi sostanziali come il ciclo del carbonio e dell'azoto, immagazzina l'acqua meteorica e collabora al mantenimento delle falde, filtra l'acqua superficiale depurandola dai rifiuti solidi e liquidi, e infine costituisce il supporto per la vita delle piante;
d. per lo sviluppo della vita nella biosfera, poiché prende parte a processi sostanziali come il ciclo del carbonio e dell'azoto, immagazzina l'acqua meteorica e collabora al mantenimento dei ghiacci, filtra l'acqua superficiale depurandola dai rifiuti solidi urbani e liquidi, e infine costituisce il supporto per la vita delle piante.

30 Lo scheletro:
a. è materiale totalmente disgregato, rappresentato da massi, pietre, ciottoli e ghiaia. I terreni che contengono percentuali di scheletro uguali o superiori all'80% sono definiti a scheletro prevalente e, in generale, sono scarsamente adatti alle lavorazioni per le basse rese, gli alti costi di gestione e l'usura delle attrezzature;
b. è materiale non totalmente disgregato, rappresentato da pietre, ciottoli e ghiaia. I terreni che contengono percentuali di scheletro uguali o superiori al 30% sono definiti a scheletro prevalente e, in generale, sono scarsamente adatti alle lavorazioni per le basse rese, gli alti costi di gestione e l'usura delle attrezzature;
c. è materiale non totalmente disgregato, rappresentato da pietre, ciottoli e ghiaia. I terreni che contengono percentuali di scheletro uguali o superiori al 50% sono definiti a scheletro scarso e, in generale, sono scarsamente adatti alle lavorazioni per le basse rese, gli alti costi di gestione e l'usura delle attrezzature;
d. è materiale non totalmente disgregato, rappresentato da pietre, ciottoli e ghiaia. I terreni che contengono percentuali di scheletro uguali o superiori al 30% sono definiti a scheletro prevalente e, in generale, sono molto adatti alle lavorazioni per le alte rese.

31 I terreni a pH acido sono presenti:
a. nei climi con abbondanti precipitazioni dove, per lisciviazione delle basi, si concentra una maggiore quantità di ioni H;
b. nei climi con scarse precipitazioni dove, per illuviazione delle basi, si concentra una maggiore quantità di ioni H;
c. nei climi con abbondanti precipitazioni dove, per lisciviazione delle basi, si concentra una minima quantità di ioni OH;
d. nei climi con abbondanti precipitazioni dove, per lisciviazione delle basi, si concentra una maggiore quantità di ioni OH.

Vero o falso?

a. Le escursioni termiche molto accentuate in un limitato periodo di tempo sono alla base delle fessurazioni nelle rocce ☐ V ☐ F
b. I substrati alloctoni comprendono materiali provenienti dalla disgregazione della roccia madre ☐ V ☐ F
c. Le risorgive rappresentano il punto di confine tra l'alta e la bassa montagna, dove predominano terreni sabbioso-limosi ☐ V ☐ F
d. La pirite, in presenza di ossigeno e acqua, si trasforma in solfato ferrico e quindi ferroso ☐ V ☐ F
e. La chelazione è un processo in cui i complessi organici si legano a metalli quali ferro, alluminio, calcio, silicio. In tal modo le sostanze diventano disponibili per la nutrizione vegetale ☐ V ☐ F
f. Le radici delle piante esercitano azione di controllo e limitazione nella mobilitazione dei detriti ☐ V ☐ F
g. Per tessitura si intende la divisione percentuale delle particelle del terreno secondo classi di diametro ☐ V ☐ F
h. I terreni a scheletro prevalente sono i più adatti alla coltivazione ☐ V ☐ F
i. Quando le particelle del terreno sono raggruppate in grumi, regolarmente spaziate, si parla di struttura glomerulare ☐ V ☐ F
l. Le argille flocculate hanno caratteristiche vantaggiose per lo sviluppo delle piante in quanto favoriscono la circolazione di aria e acqua ☐ V ☐ F
m. La profondità esprime lo spessore di terreno utile per lo sviluppo dei polloni ☐ V ☐ F
n. La giacitura è riferita alla pendenza dei versanti rispetto al piano verticale ☐ V ☐ F
o. Nei suoli coltivati il pH è influenzato dai fertilizzanti e dai processi di assimilazione degli elementi nutritivi da parte delle piante ☐ V ☐ F
p. Quando valori elevati del pH si trovano associati ad alte quantità di sodio scambiabile i terreni vengono definiti argillosi deflocculati ☐ V ☐ F
q. Il passaggio degli ioni dalla soluzione circolante al complesso adsorbente, e viceversa, avviene con uno scambio ionico che impedisce sia l'eccessiva salinità sia il forte dilavamento. Tale attitudine è definita potere tampone ☐ V ☐ F
r. L'azoto molecolare è utilizzato dagli organismi azoto-fissatori che lo trasformano in azoto nitrico, con successiva trasformazione in azoto nitroso e poi in ammoniaca ☐ V ☐ F

Capitolo 3
Ecosistemi, evoluzione e agrosistemi

Riepilogo dei concetti chiave

3.1 • Ecosistema, habitat e nicchia ecologica
(nel volume a pag. 80)

L'**ecosistema** è costituito dalle relazioni dinamiche tra un determinato ambiente e gli esseri viventi che vi vivono. Queste relazioni influenzano reciprocamente gli esseri viventi e l'ambiente stesso. Il **biotopo** e la **biocenosi** rappresentano l'ambiente e gli esseri viventi di un ecosistema e sono in equilibrio dinamico tra loro. La biocenosi può essere rappresentata da una o più specie.

L'**habitat** costituisce l'ambiente in cui vive la specie; al di fuori del suo habitat l'individuo non riesce a vivere oppure si deve adattare.

La **nicchia ecologica** è data dalle attività all'interno dell'habitat che permettono alla specie di vivere; soprattutto l'alimentazione. Specie diverse che occupano le stesse nicchie ecologiche in differenti regioni vengono definite equivalenti ecologici.

3.2 • I fattori che caratterizzano l'ecosistema
(nel volume a pag. 86)

I **fattori ecologici** influiscono sugli esseri viventi, anche solo in una parte del loro ciclo vitale. Poiché sono elementi dell'ambiente, sono determinati da vari parametri; il più importante è il clima.

Per **valenza ecologica** si intende la capacità di resistere dell'essere vivente a variazioni dei fattori ecologici; se questa è alta la specie si troverà in areali più vasti, se è bassa la capacità di adattamento della specie sarà limitata e quindi la sua diffusione sarà relativa ad areali ridotti.

Queste ultime specie potranno essere utilizzate come indicatori ecologici per il fattore in cui presentano bassa valenza ecologica.

I **fattori biotici** fanno parte dei fattori ecologici che influiscono sugli esseri viventi e sono rappresentati dagli altri organismi che vivono nello stesso ambiente e interagiscono tra loro. L'interazione può essere di diverso tipo: competizione, mutualismo, commensalismo, parassitismo o predazione. I **fattori abiotici** contraddistinguono un determinato ambiente da un punto di vista fisico e chimico. In particolare sono importanti i fattori climatici ed edafici.

3.3 • Il clima *(nel volume a pag. 98)*

Il **clima** è dato dai fenomeni atmosferici medi e permanenti; il **tempo atmosferico** si riferisce alla situazione reale del momento. Il **macro-meso** e **microclima** sono riferiti al clima di una porzione di superficie terrestre via via più limitata e con caratteristiche diverse dalle zone circostanti. I **fattori climatici** agiscono sul clima modificandolo e sono determinati dalla posizione della zona considerata rispetto alla superficie terrestre. I principali sono i cicli stagionali, la latitudine, l'altitudine, l'esposizione, la presenza di grandi masse d'acqua, la vegetazione.

Gli **elementi che formano il clima**, e che sono percepiti dall'uomo, sono la temperatura, la radiazione solare, l'umidità dell'aria, le precipitazioni e il vento.

3.4 • Livelli trofici, catena alimentare e piramidi ecologiche
(nel volume a pag. 102)

La **fotosintesi** e la **respirazione**, nei loro effetti, sono due processi opposti; il primo immagazzina l'energia del Sole sotto forma chimica con

uso di acqua e CO_2 e liberazione di O_2, il secondo utilizza l'energia immagazzinata utilizzando O_2 con restituzione di CO_2.

Per **livelli trofici** si intendono distinti livelli di nutrizione all'interno dell'ecosistema. I livelli di nutrizione partono sempre dall'energia solare organicata dagli organismi autotrofi, a loro volta consumati dai consumatori primari, secondari e terziari.

La **catena alimentare** è costituita dalla sequenza dei passaggi alimentari tra le varie specie. In questa catena una specie è l'alimento di quella successiva, anche se si hanno spesso catene alimentari interagenti che formano reti alimentari.

Le **piramidi ecologiche** sono la rappresentazione del passaggio di energia tra un livello trofico e l'altro. Infatti l'energia, passando dal Sole agli organismi autotrofi e ai consumatori, cala costantemente; per cui ad ogni passaggio si ha una perdita di energia e il livello precedente è quindi più ampio rispetto quello successivo.

Il **fattore limitante** è quello che rallenta la crescita di un individuo, in quanto è presente in quantità insufficienti rispetto agli altri fattori. Questo concetto si può applicare anche alle popolazioni in cui risulterà il fattore ecologico che ne condiziona la composizione e le dimensioni.

3.5 • Le popolazioni e la loro dinamica *(nel volume a pag. 111)*

La **popolazione biologica** è composta dagli individui della stessa specie che vivono assieme nello stesso spazio. Nello studio di una popolazione sono importanti le dimensioni, la composizione e la densità.

La **distribuzione di una popolazione** avviene per diversi fattori quali il cibo, la difesa o la riproduzione.

La popolazione può avere una distribuzione uniforme, aggregata o casuale.

Il **potenziale biotico** di una popolazione è la capacità della popolazione di accrescersi. L'ambiente limita questa capacità impedendo alla popolazione di raggiungere il massimo di potenziale in base alla portata di un ambiente.

La **portata di un ambiente** determina il numero massimo di individui presenti ed è dovuta a fattori limitanti dell'ambiente stesso.

Questo insieme di fattori limitanti viene definito resistenza dell'ambiente.

Un importante fattore limitante è la disponibilità di cibo.

Il **tasso di accrescimento** di una popolazione è dato dall'aumento di individui in rapporto al totale della popolazione. Tale aumento è determinato dalle nascite, dagli spostamenti e dalle morti dei soggetti che compongono la popolazione stessa.

3.6 • Stabilità e dinamica di un ecosistema *(nel volume a pag. 117)*

L'**omeostasi** di un ecosistema è data dalla sua autoregolazione, cioè la capacità di rimanere in un equilibrio dinamico.

L'omeostasi è maggiore in ecosistemi complessi, ma si basa sulla stabilità delle condizioni e quindi sulla loro persistenza.

La **resistenza** è la caratteristica dell'ecosistema di resistere a fattori che lo modificano, mentre la resilienza è la capacità dell'ecosistema di tornare alle condizioni iniziali dopo che è stato modificato.

Gli **effetti nocivi dell'uomo** sulla natura sono dati essenzialmente dalla velocità con cui provoca i cambiamenti; per cui l'ambiente non riesce a ripristinare le condizioni iniziali mediante la resilienza di cui è dotato.

Danni indiretti e diretti dell'uomo sull'ambiente: i primi si realizzano con la distruzione degli ambienti e l'eliminazione di organismi viventi, per cui alcune specie risultano in via di estinzione; i secondi mediante l'inquinamento dell'aria, delle acque e del suolo.

Le **aree protette** sono istituite per proteggere la biodiversità; l'Italia è ricca di biodiversità grazie alla grande varietà di ambienti e condizioni climatiche presenti nel territorio.

3.7 • Gli ecosistemi artificiali *(nel volume a pag. 125)*

L'**ecosistema artificiale** è dovuto all'intervento dell'uomo e richiede il suo costante apporto per mantenerlo. Può essere indirizzato alla produzione agricola o alla aggregazione in città; avremo quindi un agroecosistema o un ecosistema urbano.

Le **caratteristiche dell'agroecosistema** sono diverse, ma si collegano tutte allo scopo utilitaristico per cui è stato formato. Per questo avremo l'asportazione di biomasse attraverso il raccolto, l'apporto di energia esterna tramite concimazioni e infine l'annullamento della biodiversità grazie alla coltivazione di una sola specie o l'allevamento di una sola razza.

La **caratteristica dell'ecosistema urbano** è la forte antropizzazione dovuta alla concentrazione dell'uomo nelle città. Questo fenomeno è mondiale ed è caratterizzato dall'uso di materiali non naturali come asfalto, cemento e materiali da costruzione.

Le **funzioni del verde urbano** sono riconducibili a un aumento di benessere richiesto dagli abitanti delle città. Le più note sono: la funzione ricreativa (in quanto i parchi sono luoghi di svago e di aggregazione), l'estetica (in quanto la presenza del verde di arredo rende più piacevole l'ambiente), l'ambientale (poiché il verde mitiga il microclima cittadino).

APPROFONDIMENTI

3.1 ● Ecosistema, habitat e nicchia ecologica

Link Ecosistema *(nel volume a pag. 80)*

Non è possibile parlare di ecosistemi senza introdurre il concetto di **ecotono**. Il passaggio da una biocenosi a un'altra può avvenire più o meno gradualmente. In ogni caso, esiste una **zona di transizione** che può misurare varie decine di chilometri nel caso dei grandi ambienti (come avviene, per esempio, nella zona di transizione tra la foresta di conifere del Canada e la prateria nordamericana), o soltanto qualche metro nel caso delle piccole biocenosi. Queste zone di transizione sono appunto conosciute sotto il nome di ecotoni. Ancora, esempi di ecotoni sono le zone paludose situate tra uno stagno e le formazioni terrestri circostanti oppure le formazioni arbustive di grande valore ecologico che definiscono il limite tra la foresta e i campi, dette comunemente siepi.

Le siepi sono formate da una vegetazione densa di cespugli bassi e alti, eventualmente accompagnati da singoli alberi. Esse occupano per lo più strisce larghe pochi metri, però possono anche estendersi su aree compatte o presentare una distribuzione puntiforme. L'origine delle siepi risale ai resti del bosco originario, per esempio lungo un corso d'acqua; oppure a piantagioni eseguite ai limiti delle proprietà o come opere di protezione contro il vento; oppure a crescita spontanea su aree non sfruttate, come scarpate e terreni molto sassosi. Le siepi presentano generalmente più **piani di vegetazione**: quello più alto è composto dalle corone degli alberi, tra le quali rimane quasi sempre uno spazio libero. Il piano intermedio è formato da cespugli che raggiungono un'altezza fra i 3 e i 5 m (nocciolo, carpino, acero campestre). Il piano più basso (0,5-3 m d'altezza) protegge l'interno della siepe ed è spesso composto da specie spinose, quali il biancospino, il prugnolo e le rose. Lo strato erbaceo si sviluppa soprattutto ai bordi delle siepi. Una siepe, per essere tale, deve essere formata almeno da uno strato molto denso di cespugli bassi, da alcuni cespugli alti e da una vegetazione erbacea ai suoi lati. A seconda delle funzioni che essa deve svolgere, è necessaria la presenza di alberi. La struttura delle siepi è simile a quella del bordo di un bosco. L'ombrosità, la maggiore umidità dell'aria e le variazioni meno pronunciate della temperatura rispetto all'area circostante sono le principali caratteristiche ambientali all'interno di una siepe. Vi è poi una zona di transizione, fra le citate condizioni climatiche e quelle dei campi e prati che, rispetto all'area occupata dalla siepe, è assai vasta. Perciò attorno e nella siepe stessa si riscontra una grande varietà di specie.

Gli animali si insediano nelle siepi secondo precise regole, dato che ogni specie esige determinate condizioni ambientali. La sterpazzola, *Sylvia communis*, per esempio, si insedia unicamente in siepi basse, la capinera, *Sylvia atricapilla*, predilige le siepi con alberi, mentre il beccafico, *Sylvia borin*, vive in tutti i tipi di siepe. Nelle zone ecotonali la fauna è più ricca e più abbondante che nelle biocenosi adiacenti, e ciò perché in tali aree esistono le condizioni per l'esistenza di specie che vivono in ambienti diversi, ma confinanti tra loro, come un bosco e un coltivo. Questo è conosciuto con il nome di "effetto margine".

Fotosintesi clorofilliana *(nel volume a pag. 81)*

Le piante producono il proprio nutrimento catturando l'**energia** emanata dal Sole grazie alle parti verdi (soprattutto le foglie), che possiedono la **clorofilla**, un pigmento capace di assorbire le radiazioni solari.

Dal punto di vista chimico, la clorofilla è costituita da **carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto e magnesio** e si concentra nei **cloroplasti**, corpiccioli che hanno bisogno di **luce** (non a caso una pianta posta in un ambiente poco illuminato tende a perdere il proprio colore verde).

La luce costituisce dunque l'agente capace di attivare questo **processo biochimico**, che avviene in **due fasi**: quella **luminosa** e quella **oscura**.

La prima è detta **fase luminosa** (schema parte A) perché richiede l'intervento della luce, che, una volta assorbita dalle molecole di clorofilla, le eccita e provoca spostamenti di elettroni all'interno degli atomi.

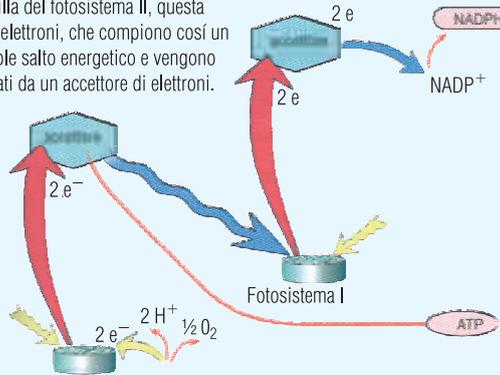
L'energia che si accumula viene utilizzata in parte per sintetizzare l'adenosintrifosfato (**ATP**), una molecola ricca di energia contenente fosforo, e in parte per consentire le **reazioni chimiche** che portano alla scissione delle molecole d'acqua (H_2O). Rompendosi, la molecola d'acqua libera ioni idrogeno (H1) i quali, con la loro energia, vengono incorporati in una molecola presente nel cloroplasto e detta NADP. Quest'ultima li acquista e li riduce a NADPH e ossigeno (O_2) che, a sua volta, si libera nell'atmosfera.

L'ossigeno dell'aria è un importante prodotto di scarto della fotosintesi: dunque è evidente quanto siano importanti le piante per l'equilibrio vitale del nostro pianeta e quanto siano disastrosi gli effetti del disboscamento di territori sempre più vasti.

La seconda è detta **fase oscura** (schema parte B), perché il processo può essere portato a termine anche in assenza di luce. Durante questa fase avviene il trasferimento di elettroni sull'atomo di carbonio della molecola di anidride carbonica (CO_2); tale operazione rende l'atomo idoneo a legare a sé atomi di idrogeno per formare zucchero ($C_6H_{12}O_6$) (segue schema riepilogativo).

A. Fase luminosa

1. Quando un fotone colpisce la clorofilla del fotosistema II, questa perde elettroni, che compiono cosí un notevole salto energetico e vengono catturati da un accettore di elettroni.

2 e
NADPH
$NADP^+$
2 e
$2\ e^-$
Fotosistema I
$2\ H^+$
$2\ e^-$
$\frac{1}{2}\ O_2$
ATP

2. Per ripristinare il numero di elettroni, la clorofilla li sottrae all'acqua, che subisce un processo, detto fotolisi, secondo la reazione:
$H_2O \rightarrow 2\ H^+ + 2\ e^- + \frac{1}{2}\ O_2$.
La clorofilla cosí è pronta a riprendere le sue funzioni e a eccitarsi nuovamente all'arrivo di altri fotoni.

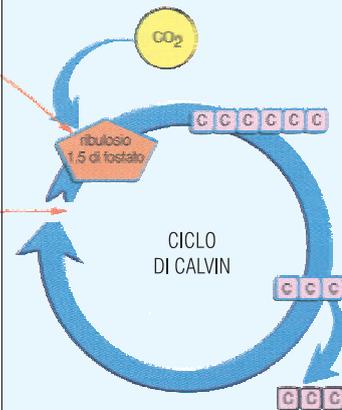
3. Gli elettroni che si erano legati all'accettore continuano il cammino passando a un'altra molecola, poi a un'altra ancora e cosí via, in una serie continua di reazioni fino a giungere al fotosistema I.

4. Il fotosistema I, a sua volta colpito da un fotone, era rimasto privo di elettroni avendoli trasferiti a un accettore e poi a un'altra molecola (NADP) che, catturando anche H^+ libero, si trasforma in NADPH.

5. Durante la discesa dal fotosistema II al fotosistema I, gli elettroni liberano energia che non viene perduta, ma impiegata per la sintesi di una grande quantità di ATP che verrà utilizzato insieme al NADPH nella fase oscura.

B. Fase oscura

6. Utilizzando ATP e NADPH, prodotti nella fase luminosa, l'anidride carbonica si fissa a una molecola a 5 atomi di carbonio.

CO_2
ribulosio 1,5 di fosfato
C C C C C C
CICLO DI CALVIN
C C C
C C C

7. Si formano vari prodotti intermedi instabili e, alla fine, 2 molecole a 3 atomi di carbonio, in parte utilizzate come "mattone" per la sintesi di glucosio e materiali di riserva della pianta, in parte per produrre nuovo ribulosio utile a far continuare il ciclo.

3.2 • I FATTORI CHE CARATTERIZZANO L'ECOSISTEMA

Luce solare *(nel volume a pag. 91)*

La luce che invia il Sole è un insieme di onde elettromagnetiche in cui il trasferimento di energia non è accompagnato da movimento di materia, a differenza delle onde sismiche. Una semplice esperienza che tutti possiamo fare consiste nel "raccogliere" un raggio di luce con un prisma di vetro (o, più semplicemente, con il fondo di un bicchiere), osservando che quest'ultima viene scomposta nei colori dell'arcobaleno: in questo modo si dimostra che la luce bianca è, in realtà, un miscuglio di innumerevoli radiazioni, ciascuna caratterizzata dal proprio colore e sfumata in quella immediatamente precedente e seguente.

Le onde elettromagnetiche si possono rappresentare con un grafico ad andamento sinusoidale (**fig. 3.1**) e sono caratterizzate da una **lunghezza d'onda** (distanza tra due creste consecutive) e da un'**altezza** (massima ampiezza della cresta rispetto all'asse delle ascisse). Se lungo l'asse x poniamo il tempo di propagazione, il numero di creste contenute nell'unità di tempo (il secondo) rappresenta la frequenza della radiazione.

Tutte le radiazioni elettromagnetiche si trasmettono nel vuoto oppure in un mezzo a loro trasparente. Dato che la velocità di un'onda elettromagnetica nel vuoto è costante, lunghezza d'onda e frequenza risultano inversamente proporzionali; inoltre, l'energia che possiede un'onda elettromagnetica è inversamente proporzionale alla sua lunghezza d'onda.

La luce bianca del Sole, dunque, comprende un insieme di radiazioni visibili dal nostro occhio.

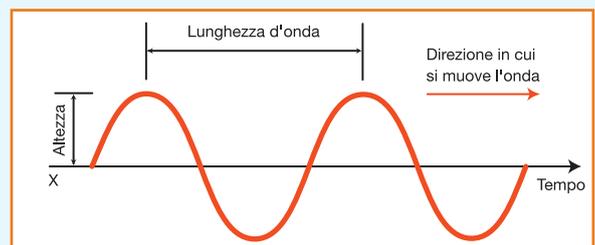



Fig. 3.1 • *Le due grandezze caratteristiche di un'onda: altezza (o ampiezza) e lunghezza d'onda.*

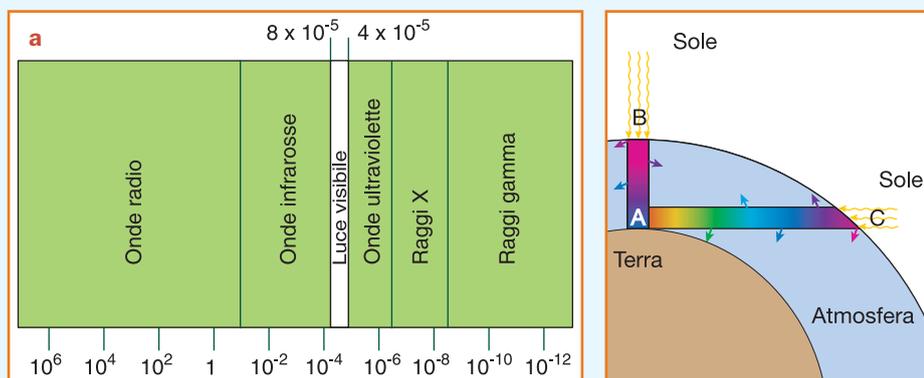



Fig. 3.2 • *(a) Lo spettro delle onde elettromagnetiche con le rispettive lunghezze d'onda. (b) Nel percorso BA il cielo appare azzurro perché le onde che colpiscono l'osservatore sono a minor lunghezza d'onda; nel percorso CA il cielo appare rosso perché le onde che attraversano questo grande spessore d'atmosfera sono le radiazioni di quel colore (maggior lunghezza d'onda).*

Ma la maggioranza delle onde elettromagnetiche non è direttamente osservabile da noi, in quanto i coni e i bastoncelli del nostro organo visivo – cioè le cellule della retina responsabili della visione – sono sensibili soltanto a una ristretta gamma di lunghezze d'onda, comprese tra $4 \cdot 10^{-5}$ cm e $8 \cdot 10^{-5}$ cm (**fig. 3.2 a**).

Le onde infrarosse e le onde radio sono troppo lunghe per essere percepite dai nostri sensi, così come i raggi ultravioletti, i raggi X e i raggi Y sono onde troppo corte per la retina del nostro occhio.

Tutti i corpi, comunque, emettono radiazioni elettromagnetiche di tipo caratteristico: il loro colore, infatti, varia a seconda di quali radiazioni sono respinte (e che, dunque, giungono al nostro occhio) e di quali sono assorbite e non risultano quindi visibili.

Ma facciamo un esempio pratico: perché il cielo è azzurro di giorno e rosso all'alba e al tramonto (**fig. 3.2 b**)? Abbiamo precisato che l'intensità della luce visibile diffusa dalle molecole dei gas è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda della luce incidente: ciò significa che sono più visibili le componenti a minore lunghezza d'onda.

Pertanto, quando il Sole è alto sull'orizzonte (percorso BA) i suoi raggi attraversano l'atmosfera seguendo la via più breve con il minor numero di fenomeni di diffusione e rifrazione: l'osservatore sarà colpito dalle onde di minore lunghezza, cioè quelle del blu, quindi vedrà il cielo azzurro. Viceversa, all'alba e al tramonto (percorso CA) la luce attraversa uno strato di atmosfera più spesso, dando luogo a intensi fenomeni di diffusione e rifrazione che fanno perdere all'osservatore le componenti a minore lunghezza d'onda, accentuando quelle a maggiore lunghezza che sono quelle del rosso.

Latitudine e inclinazione dei raggi solari *(nel volume a pag. 92)*

Per capire l'importanza dell'inclinazione dei raggi solari sul riscaldamento del nostro pianeta è necessaria una premessa di tipo astronomico.

Il Sole, l'unica stella del nostro sistema solare, si trova a una distanza media dalla Terra di 150 milioni di km. L'orbita terrestre di rivoluzione attorno al Sole si svolge su di un piano detto **eclittica** ed è compiuta nell'arco di tempo di un anno. L'astronomia ci insegna che oltre a questo moto, detto appunto **rivoluzione**, la Terra compie altri movimenti nell'Universo, il più importante dei quali è la **rotazione** attorno al proprio asse, che avviene in 1 giorno. Per **rotazione terrestre** si intende un movimento da Ovest verso Est attorno all'asse che passa per i due Poli. Avviene in circa 24 ore ed espone ai raggi solari settori via via diversi della superficie terrestre, determinando per uno stesso punto l'alternarsi del dì e della notte. La linea di separazione tra il dì e la notte prende il nome di **circolo di illuminazione**. Rotazione e rivoluzione sono dunque i due movimenti della Terra che considereremo, allo scopo di valutare il bilancio energetico dell'atmosfera.

Consideriamo ora il **moto di rivoluzione**: si intende il movimento della Terra lungo un'orbita a forma di ellisse, in senso antiorario (per l'osservatore che si trova al Polo Nord), eseguito nell'arco di tempo di un anno sul piano dell'eclittica. Nell'eseguire tale movimento, la Terra mantiene il proprio asse parallelo a se stesso e inclinato di 66°33' rispetto al piano orbitale (**fig. 3.3**).

Dalla figura si può osservare che, data l'inclinazione dell'asse, l'incidenza dei raggi solari sulla superficie terrestre varia nel corso dell'anno, tanto che alle quattro date particolari indicate si fanno iniziare per convenzione le stagioni astronomiche di **inverno** (22 dicembre), **primavera** (21 marzo), **estate** (21 giugno), **autunno** (23 settembre).

L'alternarsi delle stagioni è quindi il risultato più importante del moto di rivoluzione.

Le condizioni climatiche associate normalmente con le stagioni astronomiche (per esempio in estate una temperatura più elevata, in inverno freddo e neve) non dipendono dunque tanto da differenze di distanza tra Terra e Sole, quanto dalla diversa inclinazione con cui i raggi solari giungono a noi. Paradossalmente, oggi il semestre "freddo" (dal 23 settembre al 21 marzo) coincide con il periodo in cui la Terra si trova più prossima al Sole (a cavallo del punto di minima distanza,

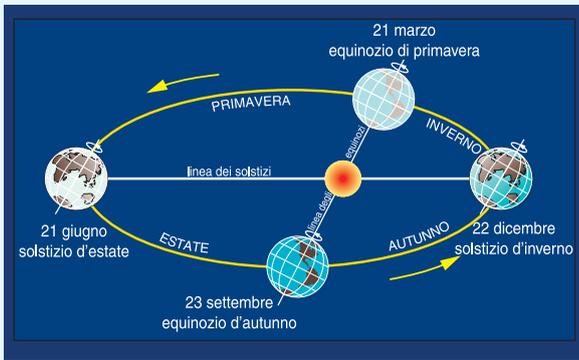



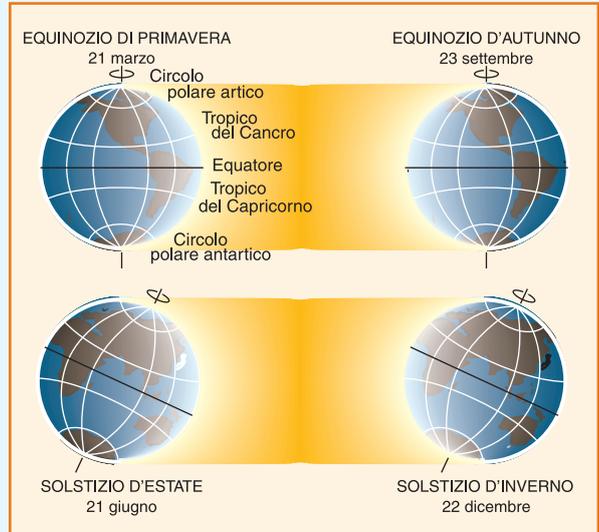
Fig. 3.3 ● *Il moto di rivoluzione della Terra attorno al Sole, con evidenziate l'inclinazione dell'asse terrestre e le date d'inizio delle stagioni astronomiche.*

Fig. 3.4 ● *Inclinazione dei raggi solari durante i solstizi e gli equinozi.*

detto **perielio**, a circa 147 milioni di km dalla Terra, che cade il 2 gennaio) e il semestre "caldo" coincide con il punto di massima distanza dal Sole (detto **afelio**, a circa 152 milioni di km dalla Terra, che cade il 2 luglio): ciò è dovuto al fatto che l'ellisse dell'orbita terrestre ha eccentricità quasi nulla (cioè una forma poco diversa dalla circonferenza) e quindi la distanza della Terra dal Sole diventa un fattore secondario nei confronti dell'inclinazione dei raggi solari.

Osservando la **fig. 3.4** si nota che:
1. al **solstizio d'estate** (21 giugno) i raggi solari arrivano con maggiore inclinazione, cioè più diretti, alle latitudini situate a Nord dell'Equatore (emisfero settentrionale o boreale), dove inizia la stagione estiva. Il contrario avviene a Sud dell'Equatore (emisfero meridionale o australe);
2. al **solstizio d'inverno** (22 dicembre) nell'emisfero boreale i raggi solari arrivano con minore inclinazione, cioè più bassi sull'orizzonte, rispetto all'emisfero australe. A Nord dell'Equatore inizia la stagione invernale, a Sud la stagione estiva;
3. all'**equinozio di primavera** (21 marzo) e all'**equinozio d'autunno** (23 settembre) i raggi solari arrivano con inclinazioni esattamente uguali a latitudini corrispondenti nei due emisferi. Nelle due date iniziano rispettivamente la primavera e l'autunno a nord dell'equatore; a sud avviene il contrario.

La collocazione del **circolo d'illuminazione** nella **fig. 3.4** ci fa capire anche la diversa durata del dì e della notte a seconda della latitudine e del periodo dell'anno. Così, per esempio, il 21 giugno nel nostro emisfero a una certa latitudine prevale la superficie esposta al Sole rispetto a quella in ombra, cioè la durata del dì è maggiore di quella della notte (è il giorno più lungo dell'anno); esattamente il contrario accade il 22 dicembre. Nelle due date degli equinozi, invece, la durata del dì e della notte è esattamente la stessa (12 ore) in tutti i punti della Terra: ciò si capisce osservando il circolo di illuminazione, che taglia esattamente a metà il pianeta passando per i poli.

Da quanto detto, risulta chiaro che le differenze climatiche stagionali e di latitudine che si incontrano sulla Terra dipendono proprio dalla diversa inclinazione con cui i raggi solari colpiscono l'atmosfera, dallo spessore di questa che ne risulta attraversato, dalla superficie di suolo terrestre che una stessa quantità di energia solare viene a investire e dalla durata dell'irraggiamento solare (**fig. 3.5**).

Per esempio, nelle regioni equatoriali i raggi solari arrivano sempre abbastanza diretti (vicini alla perpendicolare), quindi attraversano uno spessore ridotto di atmosfera e si concentrano su limitate superfici di suolo: questo è il motivo dell'elevato riscaldamento di tali latitudini durante tutto l'anno. Nelle zone temperate, invece, i raggi solari arrivano sempre con minore inclinazione rispetto al piano dell'orizzonte: sono quindi costretti ad attraversare uno spessore maggiore di atmosfera e a disperdersi su aree più vaste.

Ciò porta a un minor riscaldamento della superficie terrestre, specialmente nella stagione invernale, quando le condizioni viste sopra sono accentuate e la durata giornaliera dell'irraggiamento è minore (il dì è più breve della notte).

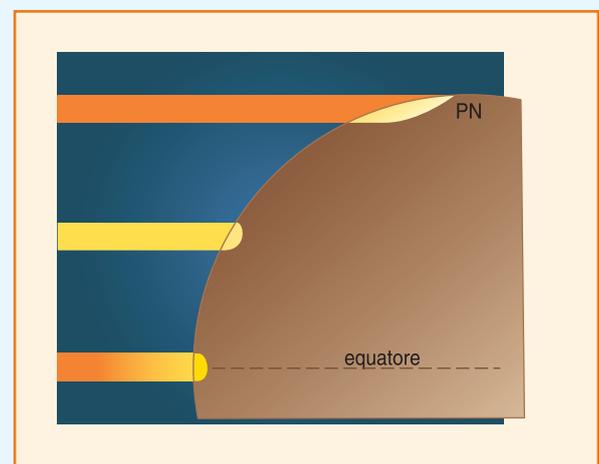



Fig. 3.5 ● *Diffusione dell'energia solare sulla superficie della Terra in funzione dell'inclinazione dei raggi.*

3.3 • Il clima

Link Pollini *(nel volume a pag. 99)*

I granuli pollinici costituiscono una **fonte allergenica** tra le più importanti; si riscontra infatti che le riniti allergiche sono intimamente legate alla produzione e all'emissione in ambiente dei pollini delle piante.

Solitamente, i pollini più allergenici sono quelli prodotti da piante arboree o erbacee prive di fiori appariscenti, dove l'impollinazione non è affidata al trasporto mediato da insetti, ma alle correnti d'aria e al vento (impollinazione anemofila). Si tratta di pollini molto leggeri e prodotti in notevoli quantità, per essere trasportati anche a grandi distanze (si pensi che ogni pianta di mais produce milioni di granuli pollinici).

Questa forma di allergia è stata descritta per la prima volta nel 1565 con il termine "catarro causato da rose" e i sintomi sono stati descritti dal medico inglese **John Bostock** nel 1819, direttamente interessato al problema. Poiché il sintomo fu messo in relazione con il periodo della fienagione, il disturbo fu chiamato "febbre da fieno". Secondo i dati dell'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità), la presenza del sintomo si attesta tra il 10 e il 40% della popolazione, a seconda delle regioni e dei periodi dell'anno.

Negli Stati Uniti, l'Istituto di Salute Nazionale (NIH) e l'Accademia americana delle allergie e dell'asma hanno valutato che 35 milioni di persone soffrono di sintomi allergici dovuti ad allergeni trasportati dall'aria e, tra questi, i pollini sono ai primi posti nella classifica dei fattori che scatenano reazioni allergiche.

In Europa, diverse società scientifiche e associazioni dei malati stimano una prevalenza delle riniti allergiche, nel loro complesso, del 10-20% a seconda delle zone e delle stagioni, con un trend che sembra essere in crescita, ma con una predisposizione della popolazione del 40%.

Non si conosce il numero di granuli pollinici necessario per provocare la sintomatologia, che compare soprattutto nei soggetti sensibilizzati. Il polline si presenta sotto forma di granuli di **piccole dimensioni** (comprese tra i 10 e i 200 micron) e la forma è variabile, ovoidale o elicoidale.

Possono presentare aperture rappresentate da pori e solchi e una superficie molto elaborata, con sculture, ornamenti, disegni che sono caratteristici per ogni specie e servono a riconoscerle e a distinguerle.

In Italia le principali piante allergeniche sono le seguenti.

- **Graminaceae**. Famiglia che include numerosi generi, sia spontanei sia coltivati. Le presenze maggiori di questi pollini sono nella Pianura Padana, negli Appennini centrali, in Campania e in Sardegna. La fioritura va da aprile a giugno.

- **Urticaceae**. La specie più importante è la Parietaria, molto comune; cresce sui ruderi e sui muri, lungo le strade e i fossi. Fiorisce da marzo a ottobre. La concentrazione di questo polline è molto alta nelle regioni del Sud Italia e in Liguria. La pollinazione, in queste aree geografiche, è presente praticamente durante tutto l'arco dell'anno.

- **Oleaceae**. La specie di maggior significato clinico è rappresentata dall'Olea europea (olivo). La sua pollinazione si verifica in maggio e in giugno. Le zone geografiche più interessate sono lungo le coste mediterranee e le isole.

- **Cupressaceae**. Sono una famiglia la cui importanza allergenica è stata rivalutata negli ultimi anni. Si ipotizza un incremento dei casi di sensibilizzazione dovuto all'aumento del numero di soggetti impiantati, ma non sono esclusi anche altri fattori relativi a un'accresciuta aggressività del polline per cause ancora da definire.

- **Compositae**. In questa famiglia (che presenta un'impollinazione prevalentemente entomofila) vi sono numerosi generi e in Italia circa 20 specie. La più comune è l'Artemisia vulgaris. È un allergene giunto di recente in Italia in quanto era conosciuto solo negli USA. La pollinazione di queste piante avviene nel periodo che va da luglio a settembre.

- **Betulaceae** e **Corylaceae**. Negli ultimi decenni, in Italia, si è verificato un incremento delle sensibilizzazioni a specie arboree come: *Corylus*, *Ostrya*, *Carpinus*, *Betulla*, *Alnus*. La pollinazione parte precocemente e dura da gennaio a maggio.

- **Chenopodiaceae**. Sono piante allergeniche presenti soprattutto sulle zone costiere. Prediligono terreni fertili e si sviluppano in terreni incolti e ruderi. Sono piante erbacee annue con fioritura estiva e autunnale.

- **Amarantaceae**. Famiglia molto simile alla precedente, con periodo di fioritura da giugno a settembre e maggiore presenza al Sud.

- **Euphorbiaceae**. Sono piante presenti su tutto il territorio italiano. Tra queste sono importanti quelle del genere *Mercurialis* (*M. perennis*, *M. annua*, *M. corsica*) a fioritura molto prolungata. Va ricordato anche il *Ricinus communis*, che presenta una notevole allergenicità e si trova in forma spontanea sia al Sud sia in Liguria.

- **Fagaceae**. Sono rappresentate da faggio, quercia, castagno. Fioriscono d'estate. Sono dotate di scarsa allergenicità.

- **Pinaceae**. Presentano numerosi generi quali *Cedrus*, *Pinis*, *Picea*, *Larix*, ecc. Possiedono scarso potere allergogeno. La fioritura va da marzo a maggio.

3.4 • Livelli trofici, catena alimentare e piramidi ecologiche

Link Respirazione cellulare *(nel volume a pag. 102)*

Tutti gli organismi per vivere e riprodursi necessitano di **energia chimica**. Questa è necessaria per tutte le attività della cellula, che se la procura sostanzialmente in due modi:

- nutrendosi di sostanze organiche (organismi eterotrofi);
- attuando la fotosintesi clorofilliana (**organismi autotrofi**).

Gli organismi eterotrofi estraggono l'energia dal cibo grazie al processo di **respirazione cellulare**, che consiste in una serie di reazioni chimiche capaci di rendere disponibili molecole energetiche di ATP ai fabbisogni cellulari.

La respirazione cellulare è descritta dalla seguente reazione chimica complessiva:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + \text{energia}$$

in cui la molecola di glucosio viene combinata con l'ossigeno dell'aria per dare anidride carbonica, acqua ed energia sotto forma di ATP.

La respirazione cellulare, cioè la completa ossidazione dei nutrienti ad anidride carbonica e acqua, avviene all'interno di tutte le cellule eucariote e nella maggior parte delle cellule procariote.

Ora prenderemo in esame l'ossidazione del glucosio, che rappresenta il principale "combustibile" per la maggior parte delle cellule. La completa **ossidazione di una molecola di glucosio** è un processo complesso che può essere suddiviso in 3 tappe distinte e consecutive:

- **glicolisi**;
- **ciclo di Krebs**;
- **catena di trasporto degli elettroni (o catena respiratoria)**.

La glicolisi si svolge nel citoplasma della cellula e consiste in una serie di reazioni, ognuna catalizzata da un diverso enzima, per mezzo delle quali la molecola di **glucosio** (composto a 6 atomi di carbonio) è scisso in due molecole di acido piruvico (composto a 3 atomi di carbonio). Dal punto di vista energetico, la scissione di una molecola di glucosio in 2 molecole di **acido piruvico** comporta un rendimento netto di due molecole di ATP e di 2 molecole di $NADH_2$.

Il **ciclo di Krebs** si svolge nei mitocondri e consiste in una serie di reazioni che trasformano l'acido piruvico in anidride carbonica con produzione di 2 molecole di ATP, 8 molecole di $NADH_2$ e 2 molecole di $FADH_2$.

Per quanto riguarda la **catena di trasporto degli elettroni**, la respirazione cellulare si conclude con la cessione degli atomi di idrogeno (catturati durante la glicolisi e il ciclo di Krebs dai coenzimi NAD e FAD) all'ossigeno con formazione di H_2O.

Gli atomi di idrogeno si possono considerare come ioni idrogeno (H^+) ed elettroni (e^-).

I primi vengono liberati nella matrice dei mitocondri, i secondi vengono ceduti a particolari proteine, localizzate sulla membrana interna dei mitocondri.

Queste proteine, che costituiscono la catena di trasporto degli elettroni, o catena respiratoria, accettano e donano elettroni, liberando a ogni passaggio piccole quantità di energia che viene utilizzata per produrre ATP.

La catena di trasporto degli elettroni è infatti responsabile della produzione della maggior parte dell'ATP durante l'intero processo di respirazione cellulare.

Detritivori di cellulosa e lignina *(nel volume a pag. 105)*

I maggiori componenti organici delle foglie morte e del legno sono la **cellulosa** e la **lignina** che pongono considerevoli problemi digestivi ai consumatori animali poiché, per digerire la cellulosa, è necessario l'enzima cellulasi, presente in pochissime specie.

La maggioranza dei detritivori si basa sulla produzione di cellulasi svolta da batteri, funghi o protozoi a essi associati.

Tali associazioni possono essere:

- **mutualismo obbligato** fra un detritivoro e una microflora (o microfauna) permanente all'interno dell'apparato digerente;
- **mutualismo facoltativo**, in cui gli animali si servono della cellulasi prodotta da una microflora ingerita con i detriti (per esempio il tarlo del legno in **fig. 3.7**);
- **digestione esterna**, in cui gli animali semplicemente assimilano i prodotti della microflora (dotata di cellulasi) associata ai resti vegetali in decomposizione.

Fig. 3.6 • *La cellulosa e la lignina contenute nel legno impiegano molto tempo a essere degradate dai consumatori animali.*

Fig. 3.7 • *Anobium punctatum è il tarlo da legno che si serve della cellulasi prodotta da una microflora ingerita con i detriti.*

Organismi distruttori di escrementi *(nel volume a pag. 105)*

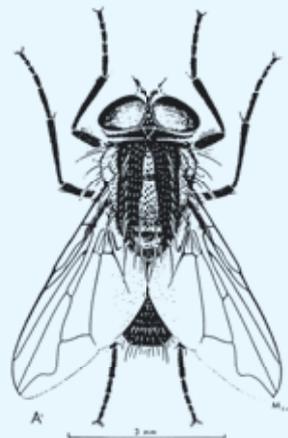
Le feci dei bovini hanno rappresentato da sempre un grosso problema economico per l'Australia. Durante gli ultimi 200 anni, la popolazione di vacche è cresciuta da 7 individui (importati per primi dai coloni inglesi nel 1788) a circa 30 milioni di capi.

Questi producono circa 300 milioni di "fatte" (escrementi) al giorno, che ricoprono il terreno per circa 6 milioni di acri all'anno.

Il deposito degli escrementi bovini non pone particolari problemi nel resto del mondo, dove questi ruminanti esistono da milioni di anni e sono accompagnati da una microfauna associata e specializzata nel consumare le loro risorse fecali.

Prima dell'arrivo degli europei, in Australia, gli unici grandi erbivori erano i canguri: quindi i detritivori nativi di quel continente non sono adattati a consumare feci differenti da quelle dei canguri; pertanto l'arrivo dei bovini europei pose il problema di come eliminare tali feci.

Nel 1963 venne presa la decisione di importare in Australia 21 specie di **coleotteri stercorari africani**, i più idonei a risolvere il problema. In Australia, inoltre, è molto sentita la piaga di certe mosche ematofaghe (come Musca vetustissima e Haemato-bia irritans exigua) che depositano le uova negli escrementi: le loro larve non sopravvivono nelle feci attaccate dagli stercorari, che infatti ne hanno drasticamente ridotto il numero.

Una volta tanto, l'introduzione di una specie estranea a un ecosistema non ha prodotto che benefici allo stesso, consentendo la soluzione del problema delle feci bovine e, allo stesso tempo, riducendo drasticamente le popolazioni delle fastidiose mosche.

3.5 • Le popolazioni e la loro dinamica

La crescita della popolazione umana *(nel volume a pag. 113)*

La popolazione umana è in continua crescita: ogni 2-3 minuti sulla Terra nascono in media 250.000 bambini. Prima che la popolazione umana arrivasse a un miliardo è passato più di un milione di anni; per raggiungere il secondo miliardo sono passati 100 anni, mentre per raggiungere il terzo miliardo sono trascorsi 30 anni. In soli 15 anni abbiamo raggiunto il quarto miliardo e in 12 anni il quinto, altrettanto per arrivare ai sei miliardi. Si stima che nel 2025 supereremo gli 8-9 miliardi. Sintetizzando, in circa 40 anni la popolazione mondiale è raddoppiata.

Quando l'uomo è comparso sulla Terra, gli individui presenti erano pochissimi e la loro crescita, per molto tempo, ha seguito un lento percorso di accrescimento, condizionato da fattori ambientali, dalla difficoltà di trovare cibo, dalle guerre e dalle malattie.

Per lungo tempo la popolazione umana è stata abbastanza stabile, sebbene nella storia dell'uomo è possibile identificare tre momenti significativi di esplosione demografica legati a nuove scoperte che hanno reso migliore la qualità della vita:

- la prima esplosione demografica si verificò durante il Paleolitico in seguito alla scoperta di utensili sempre più efficienti che permisero di modificare l'ambiente con maggiore efficacia;
- la seconda esplosione demografica avvenne circa nel 10.000 a.C. con la scoperta dell'agricoltura;
- la terza esplosione demografica avvenne a partire dalla metà del XVII secolo fino a oggi, nel corso delle rivoluzioni scientifica, industriale e sanitaria. Le popolazioni dell'Europa migrarono nel Nuovo Mondo trovando nuove risorse; le nuove tecnologie portarono a un maggiore sfruttamento dell'ambiente e alla scoperta dei vaccini e, più tardi, la scoperta degli antibiotici e dei primi farmaci ridussero la mortalità infantile e allungarono la vita media.

I primi due momenti di esplosione demografica, come anche l'inizio della terza, non hanno destato preoccupazioni, perché l'aumento della popolazione umana ebbe sulla Terra la stessa rilevanza di qualsiasi altra specie che si trovi a vivere e a lottare in un determinato ambiente. Quando però la maggiore disponibilità di cibo, le migliori condizioni igieniche e ambientali e le scoperte della medicina e della farmacologia allungarono la durata media della vita, il sensibile aumento demografico cominciò a destare problemi. Già nel 1798 Thomas Malthus sosteneva che presto la crescita della popolazione umana sarebbe stata tale da raggiungere i limiti della sussistenza.

I limiti e la capacità di sostentamento della Terra

Parallelamente alla crescita di una popolazione, cresce anche il bisogno delle risorse fondamentali, come cibo, acqua e spazio, e ciò è valido anche per la popolazione umana. Il cibo per ora è sufficiente a soddisfare tutte le esigenze, ma sulla Terra è distribuito in modo alquanto disomogeneo. Nei Paesi industrializzati milioni di individui mangiano in eccesso mentre nei Paesi del Terzo Mondo milioni di persone sono malnutrite, soffrono e muoiono di fame (**fig. 3.8 a, b**). Mentre la morte per fame è dovuta a insufficiente

quantità di cibo, la malnutrizione è provocata da una dieta carente di alcune sostanze essenziali per la vita e può anch'essa provocare la morte e danni irreversibili all'organismo.

L'**acqua** nel mondo si trova in quantità sufficiente per tutti, ma è distribuita in modo ineguale e vi sono Paesi in cui è molto scarsa (**fig. 3.8 a, b**). La carenza di acqua, oltre a creare problemi per l'approvvigionamento idrico delle persone, rende difficili le coltivazioni e diviene fattore determinante anche per l'alimentazione.

Lo **spazio** è anch'esso occupato dalla popolazione umana in modo poco uniforme a causa del clima e della produttività o dell'aridità dei territori. I fattori citati mettono in evidenza il grande squilibrio fra Paesi ricchi e Paesi poveri, che sta divenendo sempre più preoccupante anche a causa dell'impetuosa crescita demografica. A questo si aggiungono poi le intense e rapide modificazioni dell'ambiente dovute, nei Paesi industrializzati, agli effetti dell'**inquinamento** e, nei Paesi poveri e in via di sviluppo, alla massiccia **deforestazione**.

Poiché in natura tutto è collegato e interdipendente, questi due gravissimi fenomeni non devono essere sottovalutati, poiché fanno presagire che occorre provvedere in tempo per non rischiare l'autodistruzione.

Fig. 3.8 a, b • *La malnutrizione ha effetti opposti nei Paesi più poveri rispetto a quelli industrializzati.*

Fig. 3.9 a, b • *L'acqua, risorsa indispensabile per la vita, è distribuita nel mondo in modo disequilibrato.*

3.6 • Stabilità e dinamica di un ecosistema

La resilienza di un bosco dopo un incendio *(nel volume a pag. 119)*

Gli ecosistemi forestali sono generalmente dotati di un'elevata resilienza, cioè sono in grado di reagire alle perturbazioni; tra queste l'incendio è sicuramente una delle più gravi e durature.

Il tempo necessario all'ecosistema per ritrovare un proprio equilibrio dinamico varia in relazione all'entità della perturbazione. Se il fuoco non si presenta troppo frequentemente, il bosco è in grado di reagire a questa calamità e, in un periodo variabile da pochi anni a molti decenni, a seconda della gravità delle alterazioni subite, potrà ristabilire relazioni relativamente stabili tra gli organismi viventi e l'ambiente. Tuttavia, nel breve periodo gli effetti dell'incendio sono devastanti.

In seguito al passaggio del fuoco, in un ecosistema forestale si viene a creare un **cambiamento sia della biocenosi** sia **del biotopo**. I rapporti tra gli organismi viventi presenti vengono alterati per tempi lunghi in quanto la biomassa è drasticamente ridotta e, tra le popolazioni animali, quelle dotate di maggiore mobilità si sono spostate in aree vicine, mentre le altre che non sono riuscite a scappare o a nascondersi sotto il terreno sono morte a causa delle alte temperature.

Diminuisce, inoltre, la presenza di microrganismi nel suolo e quella dei funghi, in quanto molte specie possono essere distrutte direttamente dall'incendio o non trovare più le condizioni adatte alla vita. Infatti, a seguito di un incendio, si modificano sia la struttura sia la composizione chimica del suolo, con alcalinizzazione e notevole apporto di quantità di sostanza organica, aumento dell'evaporazione idrica, dell'illuminazione del suolo, della temperatura, della velocità del vento e dell'impatto delle piogge, con conseguenti rischi di erosione.

Tuttavia, la vita del bosco non viene completamente distrutta dal fuoco. Alcune specie vegetali formano infatti nuovi germogli, alcuni semi germinano la primavera successiva, qualche specie animale sopravvive e nuovi insetti, microrganismi e uccelli si insediano nelle aree bruciate. Pur cambiando molte specie di viventi e le reciproche interazioni che le legano, generalmente in breve tempo si ricostituisce un nuovo

ecosistema che, evolvendosi nel tempo, ritorna ad assumere il tipico aspetto del bosco.

La forte illuminazione e l'aumento della temperatura favoriscono, almeno inizialmente, specie più adatte ad ambienti aperti come le ginestre, le eriche o i cisti.

Si sviluppano in maniera preponderante le specie erbacee, soprattutto graminacee e leguminose (fig. 3.10), mentre dai semi che non sono stati danneggiati dal fuoco, possono rinascere piante come il pino d'Aleppo, il pino marittimo e il pino domestico, le cui pigne si schiudono dopo il passaggio del fuoco.

Fra le latifoglie, quelle secolari contribuiscono poco alla ricostituzione del bosco, perché la loro capacità di reazione ai traumi attraverso meccanismi di resilienza diminuisce con l'età; ma quelle più giovani, come roverella, leccio, ginestra ed erica, emettono dalla base del fusto nuovi getti (polloni) che si sviluppano rapidamente.

Fig. 3.10 ● *Le piante erbacee sono le prime specie a colonizzare il suolo di un bosco bruciato; fra queste le leguminose risultano le più adatte per la capacità di utilizzare l'azoto atmosferico grazie alla simbiosi radicale con i batteri azotofissatori.*

Le nuove piante erbacee, arboree ed arbustive sviluppano apparati radicali che nel giro di pochi anni sgretolano lo strato impermeabile formatosi dopo l'incendio e ristabiliscono la capacità di immagazzinamento dell'acqua negli strati più profondi del suolo. Durante i primi anni di rinascita del bosco, si riducono le possibilità di rifugio per molti uccelli e, prevalendo le graminacee, giungono gli uccelli granivori.

Nelle zone bruciate, arrivano inoltre molti insetti xilofagi (mangiatori del legno) e funghi lignivori che, dopo aver attaccato le parti morte delle piante, colpiscono anche le parti sopravvissute all'incendio.

I piccoli mammiferi, almeno in parte, ritornano dopo il passaggio dell'incendio, anche se è stato dimostrato che lo stress provocato dalla mutata situazione determina una diminuzione del loro peso corporeo.

Biodiversità degli ecosistemi *(nel volume a pag. 124)*

Gli **equilibri** e il contenimento reciproco delle varie popolazioni in un rapporto quantitativo corretto, si mantengono grazie alla biodiversità dovuta alla differenziazione dei viventi legati fra loro dalle reti alimentari e dai cicli biogeochimici all'interno di un ecosistema.

Infatti, se le condizioni ambientali sono particolarmente favorevoli, una popolazione potrebbe andare incontro a un'esplosione demografica; questo fenomeno comporterebbe l'immediata crescita dei suoi antagonisti naturali che reagirebbero riportando la prima a un numero ottimale di individui. Il fenomeno di autoregolazione ambientale, l'**omeostasi**, prevede infatti che nessuna popolazione prenda il sopravvento, poiché solo una lenta evoluzione può variare questi equilibri, ma sempre per formare nuovi e differenti assetti. Quanto più un ecosistema è in climax, tanto più l'omeostasi funziona, mentre in ecosistemi nuovi o degradati i fenomeni di autoregolazione possono non funzionare.

Le aree protette italiane *(nel volume a pag. 124)*

In Italia, le aree protette coprono circa il 10% del territorio nazionale e vengono classificate in base al tipo di provvedimento istitutivo (nazionale o regionale) adottato, al grado di protezione dell'area, nonché agli usi consentiti nell'area.

Parchi naturali

Il Ministero dell'Ambiente ha già istituito nel nostro Paese 19 Parchi Nazionali e 5 sono in attesa di provvedimenti attuativi. Così complessivamente è coperto più di un milione e mezzo di ettari, pari al 5% circa del territorio nazionale.

I **Parchi Nazionali** interessano territori vasti (almeno per la realtà italiana) e rappresentano una forma di protezione particolare sia per le caratteristiche di un territorio ampio e variegato come quello italiano sia per la presenza umana (**fig. 3.11 a**). Oltre alla pianificazione e alla vigilanza del territorio, il Parco rappresenta uno strumento di collegamento e valorizzazione delle realtà locali.

Stanno svolgendo un ruolo importante i parchi marini, destinati a proteggere in modo integrato tratti di mare e di costa (spesso intere isole o arcipelaghi) che presentano componenti ambientali e paesaggistiche nello stesso tempo eccezionali e tipiche del Mediterraneo.

Con d.P.R. 616/77 sono stati istituiti i **Parchi Regionali** che oggi coprono una superficie di ampiezza maggiore di un milione di ettari. In tal modo, non solo è stata aumentata l'area di territorio nazionale protetto, ma è stato introdotto un nuovo modo di intendere le aree protette: sulla base di esperienze analoghe condotte in altri Paesi europei, si è cercato di adattare il primitivo modello di parco nordamericano alla complessa realtà dell'antropizzato mondo italiano.

La novità di questi parchi è quella di cercare di **coniugare la conservazione delle risorse naturali con l'uso sociale delle stesse**, e di perseguire l'obiettivo dello sviluppo compatibile per le popolazioni insediate. I parchi si sono così proposti come terreno di sperimentazione ecologica permanente in cui, con un nuovo approccio culturale ed economico, si riesca a definire un modello di gestione territoriale da estendere al resto del Paese.

A seguito dell'approvazione della legge quadro nazionale e della legge 142/90 sul decentramento delle competenze, entrano in scena le Province a creare Aree Protette (**fig. 3.11 b**).

Fig. 3.11 • *I parchi nazionali si contraddistinguono per le vaste aree interessate e per la presenza dell'uomo (a); le aree protette sono soggette alla giurisdizione delle Province (b).*

Riserve naturali

Le Riserve Naturali sono costituite da territori che, per la presenza di particolari specie della fauna o della flora naturalisticamente rilevanti, o di particolari ecosistemi importanti per la diversità biologica o per la conservazione delle risorse genetiche, sono soggetti a tutela e valorizzazione e devono essere organizzati in modo da conservare l'ambiente nella sua integrità.

Le riserve possono essere marine (**fig. 3.12 a**) o terrestri (**fig. 3.12 b**); queste ultime sono distinte in:

- generali (integrali oppure orientate e guidate): le prime sono chiuse al pubblico e hanno lo scopo di garantire una protezione assoluta dell'ambiente, mentre le seconde perseguono l'obiettivo di controllare la gestione dell'ambiente naturale e in esse può essere permesso qualche intervento umano come la fienagione dei prati falciabili;
- particolari, a loro volta suddivise in:
  - parziali (geologiche, botaniche, antropologiche);
  - speciali (forestali di protezione, di luoghi naturali, di monumenti naturali, di popolamento animale o vegetale).

Altre aree protette sono le oasi istituite dal WWF.

Un ruolo di importanza internazionale stanno assumendo le **zone umide** (**fig. 3.12 c**), soprattutto al fine della salvaguardia degli habitat degli uccelli acquatici migratori.

Fig. 3.12 • *Riserva naturale marina (a); riserva naturale terrestre (b); zone umide protette che hanno la finalità di conservare le specie di uccelli acquatici migratori (c).*

3.7 • Gli ecosistemi artificiali

Link Storia del verde urbano *(nel volume a pag. 136)*

Raggiunto un certo grado di civiltà, l'uomo ha progettato e mantenuto orti e frutteti, chiamati anche **pomari**, necessari a garantire parte del proprio sostentamento alimentare: di pari passo, con il miglioramento del suo livello culturale e con il progredire delle conoscenze scientifiche e artistiche, orti e frutteti si sono evoluti diventando veri e propri giardini, abbelliti non solo da piante alimentari, ma anche da essenze floreali e ornamentali, strutture architettoniche e di arredo contestualmente definite al solo scopo di creare bellezza e piacere artistico (**fig. 3.13**).

Fig. 3.13 • *I giardini, a differenza dei pomari, sono creati a scopo ricreativo e di ornamento, sono infatti abbelliti da essenze vegetali accuratamente scelte e da strutture architettoniche finalizzate all'utilizzo da parte dell'utenza.*

La **distinzione** fra pomari e giardini sta appunto nelle intrinseche **finalità**: dai primi infatti si ottengono prodotti, mentre i secondi hanno scopo ricreativo; in passato, però, molte volte la funzionalità dei primi era abbinata al piacere artistico-ricreativo dei secondi.

Il termine "giardino" deriva dal franco gart, o gard, diventato poi jardin in francese e garden in inglese.

Nel tempo, i **criteri di progettazione** dei giardini, e del verde in generale, sono cambiati in quanto questi elementi riflettono la **cultura** e la **mentalità dell'epoca** in cui vengono realizzati; in generale però si possono osservare due tipologie di fondo:

- giardini regolari;
- giardini irregolari.

Giardini regolari

Sono più antichi e si caratterizzano per la regolarità delle piantagioni e degli elementi presenti nello spazio verde.

Giardino egiziano. È il più antico di cui si abbia traccia certa; vi sono infatti diverse rappresentazioni di giardini negli affreschi delle tombe, anche anteriori al 1300 a.C. La composizione è caratterizzata dalla regolarità dei viali, delle piantagioni e degli specchi d'acqua disposti secondo uno schema rigido ed è intesa come

Fig. 3.14 • *I giardini di Babilonia hanno un'origine antichissima; sono organizzati in terrazze collegate da scale, le piante sono disposte in modo regolare sui terrazzamenti, tra i quali scorre l'acqua attraverso un ingegnoso sistema di irrigazione per scorrimento.*

proseguimento e completamento dell'abitazione, che di solito si trova all'interno dello spazio verde.

Giardino assiro-babilonese. È caratteristico il fatto che gli Assiri, nei bottini di guerra, abbiano elencato anche piante esotiche tipiche delle popolazioni conquistate; ma i più famosi sono i giardini di **Babilonia** fatti costruire, secondo la leggenda, dalla regina Semiramide, ma restaurati da Nabucodonosor nell'VIII secolo a.C. secondo fonti storiche sicure. Questi giardini erano composti da diversi **terrazzamenti** sostenuti da muri e arcate su pilastri (**fig. 3.14**); le **piante erano disposte regolarmente** in queste terrazze e diverse scale collegavano le terrazze tra di loro. Vi era anche un ingegnoso sistema per trasportare l'acqua ai vari piani. Tutta la progettazione era rivolta a realizzare giardini che non avevano attinenza con l'ambiente esterno.

Giardino greco e romano. In Grecia, inizialmente, lo spazio verde era utilizzato come orto da coltivare a completamento della casa. Successivamente, si afferma la coltivazione delle **piante in vaso**, come testimoniano scritti della scuola di Platone pervenuti fino a noi. Anche nell'epoca romana il giardino nasce a fine utilitaristico, ma diviene ben presto un luogo di ristoro e di svago. Gli spazi vengono suddivisi in **forme geometriche regolari** e i giardini vanno ad abbellire le splendide ville romane dal periodo repubblicano in poi. **Viali rettilinei, fontane**, **statue** e **bacili** sono gli elementi caratteristici di questi giardini; un esempio è rappresentato da Villa Adriana a Tivoli (Roma), fatta costruire nel 117 d.C. dall'imperatore Adriano, con una superficie superiore a 80 ha (**fig. 3.15**).

I romani introdussero l'arte topiaria, cioè la creazione di vere e proprie sculture vegetali utilizzando la potatura e un appropriato accrescimento delle piante (**fig. 3.16**). Di questi giardini abbiamo notevoli testimonianze che consistono sia nei resti sia negli scritti botanici.

Giardino medioevale. Nell'età medioevale, in Europa, si perde ogni traccia di metodi di giardinag-

Fig. 3.15 • *Villa Adriana a Tivoli, vicino Roma, è un classico esempio di giardino romano, caratterizzato da lunghi viali, fontane e statue.*

Fig. 3.16 • *L'arte topiaria consiste nella creazione di sculture attraverso un'opportuna potatura di alberi e cespugli.*

gio e gli spazi vengono relegati a coltivazioni ricavate all'interno dei castelli o nei monasteri. Anche in questi ultimi gli spazi riservati alle piante hanno finalità utilitaristica; rimane invece il chiostro come spazio verde per la meditazione e la contemplazione (**fig. 3.17**).

Giardino arabo. In questo spazio predominano tre fattori: **l'acqua, i colori e i profumi** (**fig. 3.18**). Il giardino è strettamente ricreativo ed è ispirato al paradiso; si compone di piccoli spazi divisi da siepi, che

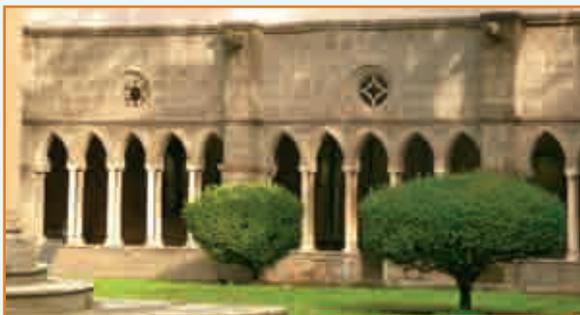



Fig. 3.17 • *Nel giardino medioevale, dedicato principalmente alla coltivazione domestica, il chiostro rimane lo spazio per la meditazione e la contemplazione.*

Fig. 3.18 • *Le caratteristiche del giardino arabo sono l'acqua, che scorre sempre in gran quantità grazie al sofisticato sistema di scorrimento, i colori tendenti all'azzurro, che riflettono quelli del cielo dei climi caldo-aridi, e i profumi.*

lasciano immaginare, più che vedere. L'acqua è determinante sia per irrigare e fare crescere le piante sia come elemento vivo decorativo che scorre, gorgoglia, si muove e viene usato con abbondanza proprio per la sua carenza nei Paesi d'origine. La varietà dei colori, con il blu dominante, è data dalle piante e dalle ceramiche provenienti dalla Persia. Il giardino doveva colpire tutti i sensi e i profumi provenivano da piante odorose come la lavanda, il gelsomino e l'arancio. Giardini di questo tipo sono presenti nel Sud Italia (per esempio la Favara di Palermo, giardino arabo che è stato mantenuto dai Normanni dopo la conquista della città nel 1072) e nel Sud della Spagna; esempi sono l'Alhambra di Granada e l'Alcazar di Siviglia.

Giardino quattrocentesco. Questa tipologia di giardino riflette i cambiamenti culturali che si sono verificati in quell'epoca; pur mantenendo la presenza di alberi da frutto, ritorna ad avere una **finalità ricreativa** come nell'età classica. La progettazione richiama quella romana con la presenza di nuovi elementi quali: il **giardino segreto**, il **labirinto** (**fig. 3.19**), la **montagnola belvedere**, le **grotte**. C'è la ripresa dell'**arte topiaria** e l'introduzione di **fontane**, **balaustre in marmo**, **statue dell'epoca classica**; il principale obiettivo stilistico è quello della

Fig. 3.19 • *Il labirinto è un elemento del giardino quattrocentesco, ma nasce in epoca precedente con i giardini romani.*

ricerca di un collegamento tra il giardino e il paesaggio circostante. Nascono i primi trattati sull'arte di progettare i giardini come il De re aedificatoria di Leon Battista Alberti (1404-1472). Esempi sono le ville medicee nelle colline toscane.

Giardino rinascimentale. Il giardino riflette la mentalità dell'epoca: il **dominio dell'uomo sulla natura**. Per questo, da protagonista, diventa un proseguimento della casa di cui riflette le caratteristiche: esempi sono i Giardini del Belvedere in Vaticano (1503-1514), creati per papa Giulio II di Bramante, e Villa Madama (1519-1523) progettata da Raffaello per Clemente VII. Nessuna parte del terreno è lasciata nelle condizioni naturali, ma tutto viene **modellato in forme geometriche**; i **viali rettilinei** dirigono la visuale verso punti particolari come **fontane e statue**, e l'uso dell'acqua ha solo scopo decorativo. La villa è posta in alto o a metà del giardino, in modo che ne rappresenti comunque il punto principale. Le specie vegetali utilizzate vengono modellate e non sono usati fiori, o colori, ma si sfruttano le diverse tonalità di verde; i fiori invece sono presenti in un apposito spazio nel giardino segreto.

Nel '600, il giardino subisce un'evoluzione dovuta ai gusti dell'epoca, ma permangono i canoni rinascimentali; pertanto la **composizione architettonica** domina sempre la progettazione, ma le masse verdi sono prevalenti rispetto gli elementi in muratura: da qui inizia la **trasformazione del giardino in parco**. Si abbandonano le rigidità delle forme per creare movimento mediante una architettura più animata sia delle parti artificiali sia delle parti verdi.

Giardini francesi. In Francia in questo periodo si tenta di imitare i giardini rinascimentali italiani, ma adattandoli a un paesaggio diverso, pianeggiante e ricco di foreste. Famosi sono i giardini di Blois (1500-1510), scomparsi nel 1890. Nacquero generazioni di importanti giardinieri che realizzarono opere quali i giardini del Lussemburgo a Parigi; tuttavia il massimo splendore si ebbe sotto Luigi XIV (1638-1715) con il giardiniere Le Notre che realizzò, tra gli altri giardini, Versailles e Fontainebleau (**fig. 3.20**).

Fig. 3.20 ● *I I giardini di Fontainebleau costituiscono un tipico esempio di giardino francese, molto simile a quello rinascimentale italiano.*

Giardini irregolari

Nella realizzazione dei giardini irregolari, vengono superate le concezioni classiche, grazie al pensiero illuminista: la natura non è più da dominare, ma al contrario insegna; vengono quindi **esaltate le forme naturali e spontanee.**

Giardino paesistico inglese. Questo tipo di giardino nasce in Inghilterra nel XVIII secolo, contemporaneamente al movimento romantico, con progettisti, come Kent e Brown, che fecero scuola per tutto il secolo. Il tema del giardino paesistico ruota attorno al concetto che **ogni forma e ogni elemento devono sembrare naturali** e rispecchiare la loro forma in natura; non possono esserci simmetrie né uguaglianze per non creare un effetto innaturale. Gli esempi principali di questa forma di giardino si trovano in Inghilterra, Francia, Germania. In Italia l'esempio più prestigioso è il parco della Reggia di Caserta (1782 **fig. 3.21**).

Parchi urbani (fig. 3.22). Nel XIX secolo, in seguito alla rivoluzione industriale, si ha la nascita dei parchi urbani: si tratta di luoghi di svago pubblici e non più privati. A Londra verso il 1850 esisteva già una rete di parchi, tuttora presenti, per oltre 600 ha. A Parigi, Napoleone fece realizzare il Bois de Boulogne (870 ha) e il Bois de Vincennes (920 ha) alla periferia della città.

Fig. 3.21 ● *Nel parco della Reggia di Caserta, il giardino diviene una passeggiata che riscopre nuove scene armoniose e naturali, integrandosi con il paesaggio circostante e divenendone parte.*

Fig. 3.22 ● *Parco delle Cascine a Firenze è un esempio di come i parchi, nel XIX secolo, siano diventati luoghi di svago e non più di contemplazione.*

In Italia si affermò una tipologia di giardino in grado di armonizzare il movimento romantico con la tradizione classica; ne sono esempi la Villa Reale di Monza, il parco delle Cascine a Firenze, il parco del Valentino a Torino.

Giardino giapponese. Come si è già detto, il giardino, come tutte le opere dell'uomo, rispecchia la cultura e la mentalità del momento e del luogo. Il giardino giapponese si presenta **estremamente spoglio**, a volte anche privo di elementi vegetali e con una composizione senza schemi apparenti. È concepito come **luogo di contemplazione e di preghiera**. Gli elementi importanti sono i percorsi, l'acqua con la passerella e le rocce (**fig. 3.23**).

Fig. 3.23 • *Nel giardino giapponese, gli elementi fondamentali sono i percorsi, l'acqua, le passerelle e le rocce.*

Piante ornamentali *(nel volume a pag. 138)*

Descriviamo di seguito le principali specie di interesse ornamentale.

Agrifoglio *(Ilex aquifolium)*

Portamento arbustivo.
È una pianta molto decorativa grazie ai frutti rossi che compaiono a fine estate e durano fino all'inverno.

Bella di notte *(Mirabilis jalapa)*

Portamento cespuglioso.
È una pianta ornamentale rustica ideale per giardini e zone rocciose soleggiate; i fiori profumatissimi si aprono di notte e rimangono chiusi di giorno.

Azalea *(Rhododendron indicum)*

Portamento arbustivo.
Fiorisce in primavera; ne esistono diverse cultivar che possono essere sempreverdi, adatte per giardini, o a foglia caduca, più utilizzate nei balconi e terrazzi.

Camelia *(Camellia japonica)*

Portamento arbustivo.
Fiorisce in inverno, il fiore è di colore rosa o bianco, ma esistono cultivar dal fiore rosso. È una pianta sempreverde.

Lauroceraso *(Prunus laurocerasus)*

Portamento arbustivo folto e compatto.
È una pianta sempreverde che fiorisce in primavera: i fiori sono maleodoranti e la pianta è velenosa in ogni sua parte.

Forsizia *(Forsythia viridissima)*

Portamento arbustivo.
Fiorisce in primavera prima della comparsa delle foglie, la crescita è abbastanza vigorosa, i rami sono molto lunghi e le foglie lanceolate.

Lillà *(Syringa vulgaris)*

Portamento arbustivo.
La pianta può raggiungere i 3 m di altezza, la foglia è caduca, fiorisce a primavera inoltrata, i fiori possono essere di colore rosa, viola o bianco.

Ginestra *(Spartium junceum, Cytisus scoparius)*

Portamento arbustivo.
È una pianta rustica che si adatta ai climi freddi, è tipica delle zone collinari; ha fiori grandi e odorosi.

Ortensia *(Hydrangea japonica)*

Portamento arbustivo.
È una pianta caducifolia, il colore delle grandi infiorescenze cambia a seconda del terreno: in quelli acidi sono azzurro-violetto, in quelli basici diventano rosa.

Oleandro *(Nerium oleander)*

Portamento arbustivo.
Questa pianta nasce spontanea nei climi mediterranei, fiorisce a primavera e rimane tale tutta l'estate, i fiori possono essere bianchi, rosa, fuxia e rossi. Data la sua tossicità, è necessario valutarne bene la collocazione.

Pittosporo *(Pittosporum tobira)*

Portamento arbustivo.
È una specie sempreverde a foglie lucide, tipica dei climi miti; il fiore è profumato.

Pungitopo
(Ruscus aculeatus)

Portamento arbustivo.
Pianta tipica delle zone boschive, fino agli 800 m di altezza, è sempreverde; i piccoli fiori bianchi in autunno danno luogo a frutti rossi e lucidi che durano tutto l'inverno, talvolta fino a marzo.

Rosa *(Rosa canina)*

Portamento arbustivo.
In generale, la rosa è un arbusto spinoso apprezzato soprattutto per il fiore: è infatti una delle colture floricole più apprezzate al mondo. La Rosa canina è una rosa selvatica, ha fiori rosati che generano frutti di colore rosso vivo, è una pianta particolarmente diffusa e utilizzata.

Magnolia *(Magnolia grandiflora e Magnolia soulangeana)*

Portamento arboreo e arbustivo.
Magnolia grandiflora, dal portamento per lo più arboreo, ha foglie coriacee e persistenti, fiori grandi e profumati. Magnolia soulangeana è caducifolia ed è apprezzata per la bellezza dei suoi fiori bianco-violetti che sbocciano prima della comparsa delle foglie.

Albero di Guida *(Cercis siliquastrum)* **Portamento arboreo.**

Melograno
(Punica granatum)

Portamento arboreo.
Fiorisce in primavera: i fiori sono vistosi e i frutti contengono numerosi semi succosi e sono eduli. La pianta viene impiegata sia a scopi alimentari sia a fini ornamentali.

Maggiociondolo *(Laburnum anagyroides)*

Portamento arboreo. *È una pianta caducifolia che in maggio si ricopre di una ricca fioritura a grappolo a cui seguono i frutti, lunghi bacelli scuri. Questa pianta cresce spontanea nelle zone collinari.*

Tamerice *(Tamarix gallica)*

Portamento arboreo. *È un piccolo albero a foglie caduche, resistente al vento e all'acqua salmastra, adatto ai climi mediterranei e lagunari. In primavera i rami si riempiono di spighe che portano fiori piccolissimi tanto che la pianta sembra avvolta da una nube rosa.*

Altre specie di **interesse ornamentale** *sono:* **biancospino** *(Crataegus monogyna),* **agazzino** *(Cotoneaster pyracanta),* **calicanto** *(Chimonanthus praecox),* **lagerstremia** *(Lagerstroemia indica),* **ligustro** *(Ligustrum vulgare),* **liriodendro** *(Liriodendron tulipifera).*

Piante da aiuola e dal balcone

Calla *(Zantedeschia aethiopica)*

È utilizzata per decorare vasche, stagni e laghetti artificiali. È una pianta bulbosa perenne con fioritura da aprile a ottobre.

Caprifoglio *(Lonicera caprifolium)*

Portamento cespuglioso rampicante.
È una pianta rampicante a foglie caduche, i fiori sono a tubo e molto profumati; è particolarmente indicata per ornare muri, pergolati, recinzioni.

Ciclamino *(Cyclamen persicum)*

Il ciclamino cresce spontaneo nei boschi, predilige climi freschi e posizioni ombreggiate.
Questa varietà ornamentale ha fiori di diversi colori e foglie elegantemente variegate.

Edera *(Hedera helix)*

Portamento cespuglioso rampicante.
È una pianta lianosa che striscia sul terreno oppure si attorciglia ai tronchi, ricoprendo muri e pareti rocciose grazie alle radici avventizie con funzione di ancoraggio. Non è una specie parassita e, secondo la cultivar, ha foglie di dimensioni e colori diversi.

Dalia *(Dahlia variabilis)*

È una pianta perenne, con radici costituite da grandi grappoli di tuberi allungati. Ne esistoni diverse cultivar e la forma dei fiori è molto variabile, così come lo sono i colori: dal bianco al rosso, al giallo e screziati.

Giacinto
(Hyacinthus orientalis)

È una pianta di grande interesse ornamentale, coltivata per le ricche infiorescenze di diversi colori che vanno dal rosa al giallo, al viola, all'azzurro.

Gelsomino *(Jasmin officinale)*

Portamento cespuglioso rampicante.
È un cespuglio rampicante, rustico e che si adatta al caldo. Ne esistono diverse cultivar a seconda della posizione geografica. Produce piccoli fiori bianchi profumati.

Ulteriori esempi della categoria di **piante da aiuola e da balcone** (pertanto piante non particolarmente ingombranti) sono: **anemone** (*Anemone coronaria* e *Anemone japonica*), **giglio** (*Lilium martagon* e *Lilium candidum*), **giacinto** (*Hyacinthus orientalis*), **garofano** (*Dianthus caryophyllus*), **gladiolo** (*Gladiolus segetum*), **iris** (*Iris germanica*), **margherita dei prati** (*Chrysanthemum leucanthemum*), **ninfea** (*Nymphaea rosea* e *Nymphaea alba*), **passiflora** (Passiflora coerulea), **petunia** (*Petunia hybrida*), **portulaca** (*Portulaca grandiflora*), **stella alpina** (*Leontopodium alpinum*), **tulipano** (varie specie del genere *Tulipa*), viola (*Viola tricolor* e *Viola hirta*). Nei **climi caldi**, come possono essere quelli del Sud Italia, vivono alcune tipologie di piante che nei climi più freddi sono protette nelle serre (mentre nei climi miti si diffondono spontaneamente). Alcuni esempi sono: **coda di topo** (*Aporocactus flagelliformis*), **fico d'india** (*Opuntia ficus indica*), **agave** (*Agave americana*), **dracena** (*Dracaena fragrans*), **cappero** (*Capparis spinosa*), **ficus** (*Ficus elastica*), **filodendro** (*Philodendron*), **stella di Natale** (*Euphorbia pulcherrima*).

Piante arboree di interesse urbano

Salice *(Salix alba, Salix viminalis, Salix babylonica)*

Portamento arboreo.
Salix babylonica (salice piangente) è una specie esotica molto impiegata a scopo ornamentale. In generale, è una pianta che ama gli ambienti umidi, un tempo impiegata nei filari e nelle alberature agricole. I giovani rami del salice da vimini sono utilizzati per la legatura dei rami della vite e per intrecciare cesti.

Frassino *(Fraxinus excelsior)*

Portamento arboreo.
È un albero di statura rilevante che arriva fino a 40 m che si adatta bene ai climi umidi. La chioma è tondeggiante ed è una pianta caducifolia che si adatta bene all'inquinamento, produce un frutto alato.

Aceri
(Acer campestre, Acer Montano, Acer negundo)

Portamento arboreo.
Queste specie vengono impiegate per la costruzione di siepi rustiche e per ornare i viali. Il frutto dell'acero campestre ha forma di elicottero con un seme all'interno.

Ippocastano *(Aesculus hippocastanum)*

Portamento arboreo.
È un albero di grandi dimensioni molto diffuso nelle alberature stradali e come pianta da ombra. Detto anche "falso castagno", ha foglie caduche; il frutto è tondeggiante, spinoso e contiene 2 castagne non commestibili, marroni e lucide.

Ginko *(Gingko biloba)*

Portamento arboreo.
È una pianta antichissima e robusta, a portamento colonnare, che può raggiungere i 30 m di altezza. È caducifolia e le foglie sono a forma di ventaglio; i frutti degli esemplari femmina emanano un odore sgradevole.

Pioppi *(Populus nigra, Populus alba, Populus tremula)*

Portamento arboreo.
La pianta predilige i luoghi umidi, dove cresce spontanea. È una specie che perde le foglie in inverno, è resistente all'inquinamento e pertanto è molto utilizzata per le alberature stradali; inoltre è resistente al vento e al freddo invernale.

Robinia *(Robinia pseudoacacia)*

Portamento arboreo.
È dotata di un forte sistema radicale, perciò è molto utilizzata nei terreni declivi. È un albero a foglia caduca che raggiunge anche i 30 m di altezza; in primavera produce numerose infiorescenze pendule di colore bianco e profumate.

Altre piante di interesse urbano che vengono **utilizzate per alberature stradali**, **siepi** o **frangivento** sono: **tiglio** (*Tilia platyphyllos*), **olmo** (*Ulmus campestris*), **carpino bianco** e **carpino nero** (*Carpinus betulus* e *Carpinus carpinifolia*), **arancio amaro spinoso** (*Citrus trifoliata*), **carrubo** (*Certonia siliqua*), **crespino** (*Berberis vulgaris*), **giuggiolo** (*Zizyphus sativa*), **gelso nero** e **gelso bianco** (*Morus nigra* e *Morus alba*), **querce** (**farnia**: *Quercus robur*; **rovere**: *Q. petraea*; **roverella**: *Q. Pubescens*; **cerro**: *Q. cerris*; **leccio**: *Q. ilex*; **sughera**: *Q. suber*), **faggio** (*Fagus sylvatica*).

Maxiverifica finale

Domande per la verifica orale

1 Che cosa si intende per habitat?

2 Quali sono i fattori che caratterizzano un ecosistema?

3 Che cosa si intende per specie?

4 Quali sono i rapporti tra specie e habitat?

5 Che cosa si intende per popolazione?

6 Che differenza c'è tra habitat e nicchia ecologica?

7 Qual è la differenza specie euriecie e stenoecie?

8 Quali sono le specie autotrofe e che importanza hanno nella catena alimentare?

9 Che cosa si intende per ecotipo?

10 In che modo le grandi masse d'acqua agiscono sulla temperatura di un luogo?

11 Quand'è che una pianta si definisce acidofila?

12 Che cosa si intende per fattore limitante? Che cosa dice la legge di Liebig?

13 Come si applica la legge di Liebig ai fattori che caratterizzano un ecosistema?

14 Che cosa si intende per competizione intraspecifica e per che cosa si può verificare?

15 Che cosa succede in una catena alimentare se viene a mancare un anello?

16 Definisci il concetto di resilienza di un ecosistema.

17 In che modo l'inquinamento rompe l'equilibrio di un ecosistema?

18 Che cos'è la centuriazione? In quale epoca è stata applicata?

19 Che cosa si intende per ecosistemi artificiali? Quali sono le conseguenze?

20 Che cosa si intende per agricoltura ecocompatibile? Quali sono i metodi adottati?

21 Quali sono le caratteristiche dell'agroecosistema?

22 Che cosa si intende per biodiversità e quali sono le sue caratteristiche?

23 Spiegare perché la monocoltura e la monosuccessione sono caratteristiche delle agricolture dei Paesi occidentali.

24 Perché solo gli organismi opportunisti si sono adattati a vivere nell'ecosistema urbano?

25 Da quali strutture è provocato l'effetto canyon nelle città?

26 Indicare da che cosa dipende la temperatura di una zona e come essa influisce sul clima della zona stessa.

27 Elenca le aree protette nella regione in cui abiti.

28 Indica quali sono le cause per cui un ecosistema perde il suo equilibrio.

29 Che differenza c'è tra un ecosistema urbano e un ecosistema naturale?

30 Perché l'agroecosistema è un ecosistema instabile?

Test a risposta multipla

31 Il biotopo è:

a. l'insieme degli esseri viventi di un ecosistema;
b. una specie caratteristica di un ecosistema;
c. l'area geografica di un ecosistema;
d. l'area geografica adatta ad una certa specie.

32 I fattori ecologici in un ecosistema sono:

a. l'insieme degli esseri viventi presenti nell'ecosistema;
b. le specie presenti nell'ecosistema;
c. gli elementi presenti nell'ambiente;
d. gli elementi presenti nell'ambiente capaci di influire direttamente sugli esseri viventi.

33 Per valenza ecologica si intende:

a. l'intervallo delle variazioni dei fattori ambientali in cui la specie sopravvive;
b. la capacità della specie di sopravvivere alla presenza di altre specie;
c. la presenza della specie in vaste aree;
d. la capacità della specie di riprodursi.

34 Il parassitismo è una interazione tra le specie in cui:

a. una specie sfrutta l'altra;
b. una specie ha le medesime necessità dell'altra;
c. le specie coinvolte hanno vantaggio reciproco;
d. una specie sopprime l'altra.

35 La legge del minimo di Liebig

a. individua il fattore limitante;
b. definisce il concetto di fattore limitante;
c. individua la risorsa più presente;
d. individua la risorsa meno presente.

36 La resilienza di un ecosistema è:

a. la capacità di resistere a fattori perturbanti;
b. la capacità di ritornare allo stato iniziale dopo modifiche da parte di un fattore perturbante;
c. la capacità di resistere alle modifiche da parte di un fattore perturbante;
d. la somma delle modifiche che un ecosistema ha avuto.

37 Per agroecosistema si intende:

a. un ecosistema naturale che fornisce alimentazione all'uomo;
b. un ecosistema creato dall'uomo per alimentarsi;
c. un ecosistema creato dall'uomo per proteggersi;
d. un ecosistema estremamente stabile.

38 Per verde urbano si intende:

a. le piante che crescono spontaneamente nelle città;
b. l'uso delle piante per l'alimentazione umana;
c. l'uso delle piante nelle città da parte dell'uomo;
d. le piante che l'uomo ha importato nelle città.

Vero o falso?

a. Il clima determina le piante presenti nella zona ☐ V ☐ F

b. La climatologia studia le previsioni del tempo in una zona ☐ V ☐ F

c. La temperatura atmosferica dipende dalla longitudine del luogo ☐ V ☐ F

d. L'effetto serra non influisce sul clima ☐ V ☐ F

e. La palinologia aiuta a studiare l'evoluzione del clima ☐ V ☐ F

f. Il clima non influisce sull'agroecosistema ☐ V ☐ F

g. Il clima mediterraneo presenta forti escursioni termiche durante l'anno ☐ V ☐ F

h. La temperatura atmosferica dipende dalla altitudine del luogo ☐ V ☐ F

i. L'ecosistema è composto da biotopo e biocenosi ☐ V ☐ F

l. L'agroecosistema presenta una biocenosi naturale ☐ V ☐ F

m. La centuriazione è un sistema di suddivisione dei terreni di epoca romana ☐ V ☐ F

n. La biocenosi di un agroecosistema presenta una grande variabilità ☐ V ☐ F

o. L'agroecosistema è un ecosistema stabile ☐ V ☐ F

p. Le catene alimentari indicano il rapporto trofico tra le specie ☐ V ☐ F

q. Le precipitazioni avvengono quando l'umidità raggiunge la saturazione ☐ V ☐ F

r. La biocenosi di una città ha una grande capacità di adattamento ☐ V ☐ F

s. Il verde urbano ha solo funzione estetica ☐ V ☐ F

t. Nella progettazione del verde urbano vengono usati solo elementi naturali ☐ V ☐ F

u. La legge del minimo è applicabile solo in agricoltura ☐ V ☐ F

v. Nelle città il clima è differente rispetto alle zone circostanti ☐ V ☐ F

z. Le piante che richiedono molta luce vengono definite sciafile ☐ V ☐ F

x. La fotosintesi è alla base delle catene alimentari ☐ V ☐ F

Capitolo 4
Il dissesto idrogeologico e le sue espressioni

Riepilogo dei concetti chiave

4.1 • Il dissesto idrogeologico
(nel volume a pag. 144)

La metà dei Comuni italiani è classificata **a rischio idrogeologico**. Questo per le caratteristiche dei terreni nel loro territorio, per il regime pluviometrico (che negli ultimi decenni ha subìto cambiamenti) e spesso per un'eccessiva cementificazione che, a sua volta, ha portato alla copertura del suolo da parte dell'uomo e alla rapida immissione nei fiumi dell'acqua piovana caduta, provocando conseguenti esondazioni.

L'**erosione** è un fenomeno naturale provocato da agenti fisici, chimici e biologici ed è compensato dalla contemporanea formazione di nuovo suolo. L'erosione invece è detta "accelerata" quando non è compensata dalla formazione di nuovo suolo, portando a un impoverimento dello strato superficiale.

Le **frane sono un fenomeno naturale**, che consiste nella perdita di equilibrio e discesa a valle per gravità di un versante montano o di una sua parte. L'uomo impara a convivere con le frane conoscendone le ragioni e i meccanismi di formazione e quindi prevedendole.

L'**erosione costiera** è data dall'azione continua del mare sulle coste, dovuta ai movimenti del mare che continuamente apporta e rimuove sedimenti. L'azione dell'uomo incide sull'erosione, provocando il suo aumento o la sua diminuzione.

4.2 • Processi torrentizi e dinamica fluviale
(nel volume a pag. 154)

Il torrente è caratterizzato da un'**alimentazione idrica incostante**, che comporta periodi di secca alternati a periodi di piena con un notevole incremento della forza erosiva.

Vi sono **condizioni che predispongono il fenomeno torrentizio**; queste vanno attentamente visionate e individuate per poter prevedere l'eventuale possibilità che il fenomeno avvenga. Il monitoraggio si deve svolgere non solo nell'alveo del torrente, ma anche in tutto il suo bacino idrografico.

La **presenza di manufatti nell'alveo del fiume**, quali piloni di ponti stradali o ferroviari, aumenta il rischio di esondazioni in quanto essi, fermando i materiali portati dal torrente in piena, ostacolano in normale passaggio dell'acqua creando un pericolo a monte dell'opera.

Il fiume **modifica costantemente il territorio** che attraversa, tramite interazioni che, nel complesso, vengono definite "dinamica fluviale". L'uomo cerca di contrastare le modificazioni indesiderate tramite interventi o manufatti.

4.3 • Le alluvioni
(nel volume a pag. 159)

Durante le **alluvioni**, un corso d'acqua esce dal suo alveo e invade il territorio circostante. Questo avviene perché il volume d'acqua è diventato superiore alla capacità dell'alveo e le conseguenze possono essere la tracimazione o la rottura degli argini per la forte pressione su di essi.

I **restringimenti dell'alveo** sono le zone più esposte alle alluvioni. Il restringimento può essere naturale o artificiale, come la presenza di piloni di ponti.

In Italia si hanno annualmente alluvioni; la **causa scatenante** comune è rappresentata da piogge di eccezionale durata o intensità nel bacino idrografico dei fiumi. Per questo la prevenzione va attuata su tutto il bacino e non solo dove avvengono i fenomeni.

La **subsidenza** è data da un abbassamento naturale del terreno, ma anche l'uomo la può accentuare con l'estrazione dal suolo di acqua, metano o petrolio.

APPROFONDIMENTI

4.1 • Il dissesto idrogeologico

Link

Erosione differenziale *(nel volume a pag. 147)*

All'interno di alcune formazioni, costituite generalmente da **rocce sedimentarie**, si può verificare il fenomeno dell'**erosione differenziale**, in seguito alla quale gli strati vengono attaccati da agenti esterni in misura diversa.
In seguito all'emersione, le formazioni rocciose vengono erose più o meno lentamente nel tempo in base a diversi fattori quali le condizioni climatiche, l'ambiente geologico in cui si trovano e le caratteristiche della roccia stessa.
Le formazioni rocciose formate da più litotipi (tipi di roccia diversi, dal greco *lithos*) subiscono maggiore erosione a carico degli strati a granulomentria più fine che sono solitamente caratterizzati da un grado minore di compattezza e da stratificazioni interne più sottili rispetto agli strati più grossolani esterni (**fig. 4.1**).
Generalmente, la differenziazione tra litotipi all'interno di queste formazioni avviene durante la sedimentazione in cui, ciclicamente, le correnti più o meno forti e ricche di energia depongono sedimenti più o meno fini.

Fig. 4.1 • *Fenomeno dell'erosione differenziale all'interno di un affioramento torbiditico (sedimenti depositati a grandi profondità e trasportati dalle correnti) della formazione marnoso-arenacea tipica dell'Appennino centro-settentrionale. Gli strati più sporgenti a granulomentria maggiore sono di arenaria, mentre quelli maggiormente erosi sono più ricchi di argilla.*

4.2 • Processi torrentizi e dinamica fluviale

Link

Determinazione della pericolosità idraulica *(nel volume a pag. 155)*

Disponendo di dati omogenei e adatti a elaborazioni statistiche, la pericolosità idraulica può essere valutata in termini di probabilità che in una determinata zona, entro un certo intervallo di tempo, possa verificarsi un evento dannoso di una data intensità. Non disponendo di dati è invece possibile adottare procedure semplificate, basate su indicatori ritenuti significativi dello stato di dissesto del territorio e desunti dall'analisi di dati storici. Questi possono essere integrati con altri derivabili da un'analisi morfologica del territorio e da studi idrologici e idraulici.
In particolare, la valutazione della pericolosità idraulica è stata effettuata stimando la capacità dell'alveo di contenere la piena di riferimento e, in caso di inadeguatezza della sezione d'alveo, determinando le caratteristiche dell'onda di sommersione che invade il territorio circostante (livelli e velocità dell'acqua, tempi di permanenza, ecc.).
Per la definizione delle fasce a differente grado di pericolosità idraulica si fa riferimento al D.L. 180/98, modificato e integrato dalle Leggi 267/98 e 226/99 (redazione di Piani Straordinari e Piani di Assetto Idrogeologico).
In particolare, vengono individuate **4 classi di pericolosità idraulica** (molto elevata, elevata, media, moderata).

- La classe di pericolosità **molto elevata** fa riferimento a un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento *Tr* = 50 anni e/o all'instaurarsi di condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano campagna maggiore di 1 m oppure a una velocità massima di trasferimento, sempre sul piano campagna, maggiore di 1 m/s.
- La classe di pericolosità **elevata** fa riferimento a un evento caratterizzato da una probabilità di accadimento pari alla precedente (*Tr* = 50 anni) e all'instaurarsi di condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano campagna compresa tra 50 cm e 1 m; oppure a condizioni come quelle stabilite per la pericolosità molto elevata (lama d'acqua massima maggiore di 1 m oppure velocità maggiore di 1 m/s), ma per un evento di piena più raro (*Tr* = 100 anni).
- La classe di pericolosità **media** fa riferimento a un evento caratterizzato da un tempo di ritorno *Tr* pari a 100 anni e all'instaurarsi di condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano campagna compresa tra 0 cm e 1 m.
- La classe di pericolosità **bassa** fa riferimento a un evento di piena raro, caratterizzato da un tempo di ritorno *Tr* pari a 200 anni in qualunque condizione di lama d'acqua e di velocità sul piano campagna.

Le porzioni del piano campagna che soddisfano le condizioni di appartenenza di più classi di pericolosità idraulica vengono collocate nella classe a pericolosità maggiore. I concetti espressi sono schematizzati nella **tabella 4.1**.

Tabella 4.1 • *Classi di pericolosità idraulica adottate.*

PERICOLOSITÀ IDRAULICA	CONDIZIONI IDRAULICHE
Molto elevata	Riferimento: evento di piena con Tr = 50 anni h 50 > 1 m oppure velocità: 50 > 1 m/s
Elevata	Riferimento: eventi di piena con Tr = 50 anni e con Tr = 100 anni 1 m > h 50 > 0,5 m oppure h 100 > 1 m oppure velocità: 100 > 1 m/s
Media	Riferimento: evento di piena con Tr = 100 anni h 100>0m
Moderata	Riferimento: evento di piena con Tr = 200 anni h 200 > 0 m

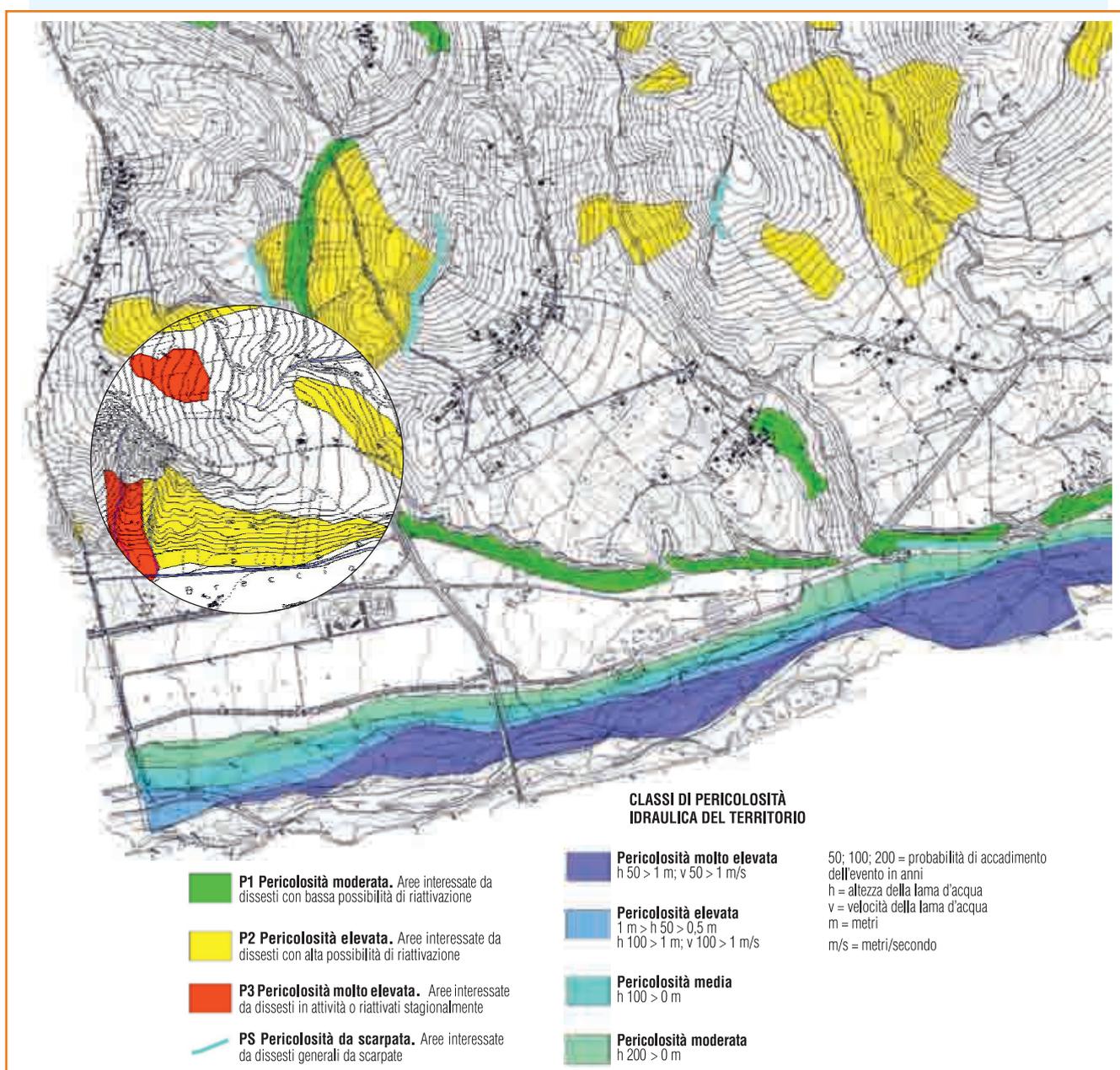



Fig. 4.2 • *Esempio di cartografia geologico-idraulica di supporto al Piano Regolatore.*

Link

4.3 • Le alluvioni

Tappe del dissesto idrogeologico italiano *(nel volume a pag. 160)*

Per “dissesto idrogeologico” si intende l’insieme dei processi destabilizzatori che vanno dalle erosioni più lievi alle forme di degradazione superficiale e sotterranea più consistenti, fino alle forme più gravi come frane e alluvioni.
Le cause sono da ricercare nella “fragilità” del territorio dovuta alla modificazione degli equilibri idrologici lungo i corsi d’acqua e alla mancanza di interventi di manutenzione da parte dell’uomo, soprattutto nelle aree montane soggette all’abbandono delle normali pratiche agricole e forestali.
In definitiva, lo scorrimento delle acque in superficie e quello più o meno sotterraneo con relativa imbibizione del terreno, insieme alla natura e alla giacitura dei suoli e alla pendenza dei versanti, sono le principali cause dell’origine del dissesto idrogeologico che si manifesta con l’erosione dei torrenti a valle e con le frane che scendono dai pendii.
Nella tabella a fianco è riepilogata la preoccupante sequenza dei fenomeni alluvionali che hanno interessato l’Italia dal 1950 sino alla fine del 2011.

Sequenza tappe

1. Ottobre 1951 • Calabria
2. Novembre 1951 • Polesine
3. Ottobre 1953 • Friuli
4. Luglio 1955 • Trentino-Alto Adige
5. Novembre 1955 • Biellese
6. Ottobre 1963 • Vajont – Friuli-Venezia Giulia
7. Novembre 1966 • Firenze

8/9. Genova 1970/92 • Liguria

10. Luglio 1985 • Val di Stava Trentino
11. Luglio 1987 • Adda
12. Maggio 1988 • Sarno
13. Novembre 1994 • Piemonte
14. Giugno 1995 • Versilia
15. Ottobre 2009 • Messina
16. Settembre 2010 • Costiera Amalfitana
17. Novembre 2010 • Padova e Vicenza
18. Ottobre 2011 • Cinque Terre
19. Novembre 2011 • Genova

a

b

Fig. 4.3 • *Le dolorose tappe del dissesto idrogeologico ci ricordano che il nostro Paese, per la sua struttura geomorfologica, possiede un equilibrio territoriale delicato che andrebbe preservato e difeso con una continua e attiva opera di prevenzione e cura.*

Maxiverifica finale

Domande per la verifica orale

1. In che modo la gestione del territorio influisce sul dissesto idrogeologico?
2. Quali sono i fattori tettonici dinamici?
3. Quali sono gli agenti fisici che influiscono sull'erosione?
4. Quando l'erosione viene detta geologica?
5. Perché l'asportazione della vegetazione accelera i fenomeni di erosione?
6. In quali casi si ha il rischio di erosione?
7. Da che cosa dipendono le condizioni di stabilità di un pendio?
8. Che cosa si intende per erosione per rigagnoli? In che cosa può evolvere?
9. Che cos'è la scala di erodibilità delle rocce e come influisce sull'erosione?
10. In che cosa consiste una frana di scivolamento?
11. Indicare almeno 3 fattori scatenanti delle frane.
12. Che cosa si intende per cementificazione e perché è una causa dell'erosione?
13. In che cosa consiste l'erosione costiera?
14. Per quale ragione l'Italia è sottoposta a una forte erosione costiera?
15. Perché gli sbarramenti lungo i fiumi possono influire sull'erosione costiera?
16. Perché, lungo i torrenti, si formano le tipiche cordonature?
17. Perché il restringimento lungo il letto di un fiume favorisce i processi torrentizi?
18. In che modo la cementificazione favorisce i processi torrentizi?
19. Che cosa si intende per bacino idrografico di un fiume?
20. Qual è il rapporto tra età del fiume e forma del territorio in cui scorre?
21. In che cosa consistono le esondazioni e perché avvengono?
22. Indicare quali sono state le principali alluvioni avvenute in Italia e quali le cause.
23. Descrivi i processi di erosione che si verificano o che si sono verificati in una zona a te conosciuta.
24. Che differenza c'è tra le frane e i calanchi?
25. Quali sono i principali sistemi di controllo delle piene?
26. In che cosa consiste la subsidenza e quali sono le cause e le conseguenze?
27. Descrivi alcuni fenomeni di dissesto idrogeologico di cui sei a conoscenza e indicane le cause.
28. Quali conseguenze comporta l'erosione su di un pendio?
29. Quali sono le possibili cause delle frane?
30. Quali sono le cause dell'erosione costiera?

Test a risposta multipla

31 Le zone di collina e montagna sono più soggette a erosione perché:

a. si hanno maggiori precipitazioni annue;
b. è un fenomeno causato dalla gravità;
c. non è vero, si ha uguale erosione anche in pianura;
d. sono costituite da rocce meno dure.

32 Il rischio idrogeologico in Italia è diffuso:

a. solo lungo le coste;
b. solo vicino ai grandi fiumi;
c. praticamente in tutto il territorio;
d. solo nei luoghi in cui si sono avute grandi cementificazioni.

33 L'erosione è detta geologica quando:

a. l'alterazione e il trasporto del suolo sono lenti;
b. l'alterazione e il trasporto del suolo sono veloci;
c. l'alterazione è provocata dall'uomo;
d. l'alterazione avviene lungo le coste.

34 Tra le cause dell'erosione vi è:

a. l'intervento dell'uomo per la forestazione dei pendii;
b. le piogge concentrate e di forte intensità;
c. le piogge diffuse e di bassa intensità;
d. l'assenza di piogge per periodi lunghi.

35 Le frane sono:

a. fenomeni naturali dovuti alla gravità;
b. fenomeni dovuti essenzialmente all'intervento dell'uomo;
c. fenomeni che si riscontrano principalmente in pianura vicino ai fiumi;
d. fenomeni naturali e antropici dovuti alla gravità.

36 Una frana quiescente è:

a. una frana che si è mossa entro l'ultimo ciclo stagionale;
b. una frana che si può riattivare;
c. una frana nuovamente attiva;
d. una frana in cui da tempo non si sono registrati movimenti.

37 La portata di un fiume misura:

a. il territorio entro il quale tutte le acque presenti alimentano il fiume;
b. il dislivello dell'alveo del fiume dalla sorgente alla foce;
c. la capacità erosiva di un fiume;
d. la quantità di acqua che passa nell'unità di tempo nella sezione trasversale dell'alveo.

38 Le esondazioni avvengono perché:

a. si è verificata una eccessiva cementificazione;
b. l'alveo non è più in grado di contenere l'acqua;
c. si hanno dei restringimenti lungo l'alveo del fiume;
d. l'erosione e la successiva sedimentazione hanno alzato il letto dell'alveo.

Vero o falso?

a. L'instabilità climatica aumenta il dissesto idrogeologico ☐ V ☐ F

b. I calanchi sono tipiche formazioni dovute all'azione delle acque in pianura ☐ V ☐ F

c. La faglia è una rottura della roccia accompagnata da uno spostamento ☐ V ☐ F

d. Comportamenti scorretti dell'uomo possono accelerare l'erosione ☐ V ☐ F

e. Nella maggior parte dei casi la pedogenesi compensa l'erosione naturale ☐ V ☐ F

f. Le piogge non influiscono sull'erosione ☐ V ☐ F

g. Le tecniche agrarie non sono in grado di influire sull'erosione ☐ V ☐ F

h. Le frane sono fenomeni causati sempre dall'azione errata dell'uomo ☐ V ☐ F

i. Una frana è definita inattiva se si è mossa entro l'ultimo ciclo stagionale

j. La piovosità è un fattore scatenante delle frane ☐ V ☐ F

k. L'aumento dell'inclinazione del pendio non influisce sulle frane ☐ V ☐ F

l. L'erosione costiera porta a sottrazione delle spiagge ☐ V ☐ F

m. L'erosione costiera dipende esclusivamente da fattori climatici ☐ V ☐ F

n. Gli interventi sui letti dei fiumi influiscono sull'erosione costiera ☐ V ☐ F

o. Il rimpascimento è una tecnica per contrastare l'erosione costiera ☐ V ☐ F

p. Le reti idrografiche secondarie non sono interessate da processi torrentizi ☐ V ☐ F

q. La presenza di invasi artificiali o naturali a monte del torrente predispone a una piena ☐ V ☐ F

r. Gli interventi di manutenzione nei torrenti non riducono il rischio di piene torrentizie ☐ V ☐ F

s. Il gradiente di un fiume indica la quantità di acqua che passa nella sezione dell'alveo nell'unità di tempo ☐ V ☐ F

t. Un affluente porta acqua al fiume principale ☐ V ☐ F

u. Gli argini servono a contenere le piene del fiume ☐ V ☐ F

v. Le briglie lungo i corsi d'acqua servono a limitare l'erosione ☐ V ☐ F

Riepilogo dei concetti chiave

5.1 • La difesa del suolo
(nel volume a pag. 166)

Le **sistemazioni idrauliche** hanno lo scopo di far defluire le acque superficiali in modo da non avere ristagno idrico e, nello stesso tempo, evitare l'erosione superficiale. Per questo si dividono in sistemazioni di pianura, dove il problema principale consiste nel ristagno, e sistemazioni di collina, dove invece l'erosione superficiale rappresenta il problema principale.

Le **briglie** sono un'efficace opera di difesa contro l'erosione. Il principio su cui si basano riguarda il rallentamento della velocità dei torrenti; questa è la causa principale dell'erosione da parte delle acque, per cui, rallentandola, si diminuisce la forza dell'acqua e quindi la sua capacità di erosione e il trasporto dei materiali.

La **difesa contro le frane** si svolge con un sistema di interventi che tendono a prevenire il rischio o a diminuire i danni. Per questo secondo aspetto si ricorre a protezioni, come reti metalliche, tralicci o muri di contenimento. Per quanto riguarda la prevenzione, occorre smaltire le acque che interessano la zona franosa mediante drenaggi o sistemi fognari.

Un **buon drenaggio** viene fatto con tubi corrugati forati, preferibilmente rivestiti con fibra di cocco per impedire l'entrata nel tubo stesso di materiali che poi lo chiuderebbero. Di estrema importanza sono la distanza tra i dreni e la profondità.

5.2 • L'ingegneria naturalistica
(nel volume a pag. 175)

Lo **scopo dell'ingegneria naturalistica** è quello di intervenire sulla protezione e il recupero del suolo utilizzando prodotti naturali, come piante viventi o parti di pianta, in associazione con altri materiali di origine naturale.

La **rinaturalizzazione** consiste nell'utilizzare tecniche particolari con l'impiego di materiali naturali per intervenire su fenomeni di dissesto idrologico. La rinaturalizzazione interviene nella **stabilizzazione di versanti contro frane e smottamenti**. I metodi usati vanno dall'inerbimento all'uso di biostuoie, all'impianto di piante vive che possano ripristinare una macchia spontanea.

La rinaturalizzazione in certi casi prevede la **ricostruzione di ecosistemi** in grado di sopravvivere autonomamente, mediante l'impiego di piante autoctone.

APPROFONDIMENTI

Link

5.1 • La difesa del suolo

Rischio neve e valanghe *(nel volume a pag. 169)*

In Italia, solitamente, le precipitazioni nevose si presentano con la massima frequenza sull'arco alpino e sui rilievi appenninici e hanno carattere sporadico nelle pianure del Centro-Sud. Per quanto riguarda le **produzioni agricole**, lo strato nevoso protegge ottimamente le piante vernine come i cereali, preservandole dalle forti gelate invernali; inoltre, in condizioni normali, la neve rappresenta una **fonte idrica** molto efficiente per il terreno poiché, con la sua lenta fusione, consente una maggiore infiltrazione dell'acqua nel terreno permettendone l'accumulo nelle falde acquifere sotterranee come riserva idrica per i mesi siccitosi. Infatti, le precipitazioni piovose, quando troppo intense e durature, riversano al suolo ingenti quantitativi d'acqua che il terreno non è in grado di assorbire *in toto* e che ruscellano in superficie provocando fenomeni di erosione superficiale con asportazione delle particelle di terreno più fertili.

La **quantità di acqua** derivante dalla caduta di neve corrisponde, mediamente, alla decima parte del suo spessore (cioè 20 cm di neve danno origine a 20 mm d'acqua). All'opposto, le nevicate intense con fiocchi pesanti e umidi possono risultare dannose alle piante arboree per le gravi rotture provocate alle branche e possono poi compromettere le produzioni future.

In condizioni meteorologiche particolari, quando le basse pressioni atmosferiche (dai Balcani) convogliano sul nostro Paese correnti d'aria molto fredde provenienti dalle aree siberiano-mongoliche, si verificano importanti abbassamenti di temperatura e nevicate di forte intensità e quantità. Queste sono le condizioni, fortunatamente poco frequenti per il nostro Paese, che si sono verificate nella prima decade del mese di febbraio 2012 quando, sia la temperatura sia la quantità di neve caduta in alcune zone hanno fatto registrare valori eccezionali, come dimostra il seguente bollettino: "*Italia-febbraio 2012: neve da record (326 cm a Urbino-PU, 293 a Novafeltria-RN, 158 cm a Forlì, 1 m a Bologna e Ravenna) - Dodici giorni da record con freddo, gelo, forti venti (Burian e Blizzard) e neve come non si vedevano da molti decenni, impressionanti gli accumuli di neve, 326 cm a Urbino nelle Marche, 200-220 cm a San Marino, e poi il vento, come la bora a 183 km/h a Trieste. Temperature siberiane con la minima di −37 °C nel gruppo del Monte Rosa e −24,4 °C in pianura a Romano Canavese (Torino). La Società Meteorologica Italiana ha catalogato l'eccezionale ondata di freddo che ha colpito l'Italia certificando i seguenti primati: Urbino, sommersa da oltre 3 m di neve, di cui 93 cm caduti in sole 24 ore; San Marino, dove quello del 2012 è diventato l'inverno più nevoso del secolo (1,5 m caduti nel 1941/42 sono stati surclassati dai 200-220 cm caduti quest'anno a febbraio, con un picco di 70-90 cm tra il 10 e l'11 febbraio)*".

Fig. 5.1 • *Nelle notti di nebbia, quando la temperatura scende sotto 0 °C, si forma la galaverna (a): le goccioline microscopiche che galleggiano nell'aria gelida solidificano a contatto con i corpi solidi creando una pellicola di ghiaccio che ricopre tutto. (b) Le nevicate precoci o tardive possono provocare seri danni alle produzioni agricole, compromettendo da un lato i frutti ancora in campagna e dall'altro il risveglio vegetativo dei nuovi germogli.*

Fig. 5.2 • *Le forti nevicate del mese di febbraio 2012 (a) hanno causato ingenti danni (b), tanto da fare proclamare lo "stato di calamità" in molti comuni italiani.*

Nella Trieste flagellata dalla bora è stata misurata una raffica a 183 km/h, mentre per quanto riguarda il gelo, invece, i −24,4 °C di Romano Canavese non battono i −26 °C dell'inverno 1956 a Lombriasco, nella pianura torinese.
Neppure il −37 alla Capanna Margherita, a 4560 m di altitudine sul Monte Rosa, supera il record, in questo caso registrato nel 1929, quando il termometro precipitò a −41.
Anche l'Emilia Romagna ha i suoi record: a Novafeltria in provincia di Rimini c'è stato il picco con quasi 3 m in dieci giorni, mentre nel ferrarese il maltempo è stato più "clemente" con solo 20 cm di neve.

Che cos'è una valanga

Per **valanga** si intende il distacco di una massa di neve che, per specifiche sollecitazioni interne e/o esterne, scende rapidamente lungo un pendio, inglobando roccia, terra e alberi, con un fronte di almeno 20 m e una estensione complessiva di almeno 50 m (**fig. 5.3**).

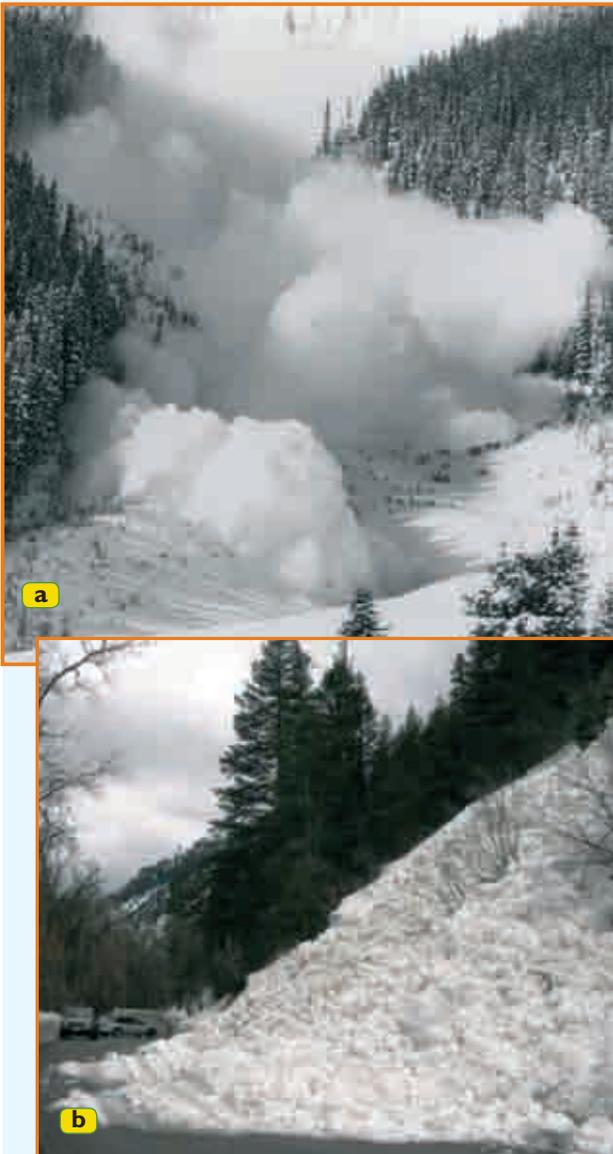



Fig. 5.3 a, b • *Esempio di valanga di media dimensione e dal disagio e pericolo causato sulla rete viaria da una valanga.*

A seconda delle **dimensioni** le valanghe si classificano come segue:

- le **piccole valanghe** o scaricamenti sono fenomeni che generalmente non provocano danni alle persone in quanto interessano modeste quantità di neve;
- le **medie valanghe** interessano solo i pendii senza raggiungere le zone a valle;
- le **grandi valanghe** raggiungono le zone di fondovalle interessando aree spesso abitate e provocando danni a cose e persone.

In base alle **cause** di distacco della massa nevosa si ha:

- **distacco spontaneo**, quando si verifica senza l'intervento dell'uomo;
- **distacco provocato**, quando si verifica in seguito a interventi dell'uomo che aumentano le tensioni nel manto nevoso (passaggio di persone, di mezzi, esplosioni, ecc.).

In base alle **condizioni della neve** distinguiamo:

- **neve incoerente asciutta**;
- **neve incoerente umida**;
- **neve incoerente bagnata**;
- **lastroni di neve asciutta**;
- **lastroni di neve bagnata**.

In base a quanto premesso, possiamo adottare un criterio più generale di **classificazione delle valanghe**:

secondo il distacco	– valanghe di neve incoerente
	– valanghe a lastre
secondo la superficie di scivolamento	– valanga di fondo (quando tutto lo spessore nevoso scivola a valle)
	– valanga di superficie (quando solo la parte superficiale della neve scivola a valle)
secondo l'umidità della neve	– valanga di neve asciutta
	– valanga di neve bagnata
secondo il profilo del pendio	– valanga non delimitata (su pendio aperto)
	– valanga incanalata (su pendio in canalone)
secondo il tipo di movimento	– valanga nubiforme (quando la neve scende a valle alzandosi dal suolo)
	– valanga radente (quando la neve scende a valle radente il suolo)

Pericolo e rischio di valanghe

Per **pericolo di valanghe** si intende la **possibilità** che si verifichino distacchi di valanghe più o meno grandi in grado di provocare, potenzialmente, danni alle cose e alle persone.

Mentre **il pericolo è un dato oggettivo** in quanto è rappresentato dal verificarsi di più condizioni favorevoli al fenomeno (stato della neve, tipo di terreno sottostante, temperatura dell'aria, temperatura della neve, escursione termica, vento, ecc.), il **rischio dipende dalla presenza o meno di cose e persone** e, nel caso di queste ultime, dai rispettivi comportamenti e dal momento della giornata in cui gli episodi si verificano.
Possono pertanto verificarsi situazioni di alto pericolo di valanghe (nel caso, per esempio, di manto nevoso non consolidato e quindi instabile, associato a forti rialzi termici) o situazioni di rischio pressoché nullo (in zone remote di alta quota).
Poiché non è sempre possibile stabilire la reale probabilità di rischio, il monitoraggio della situazione e il conseguente bollettino valanghe tengono conto solo del pericolo riferito alla **scala europea** per poter fornire un quadro oggettivo.

Opere di difesa

Quando il pericolo di valanghe rappresenta un **rischio certo e ripetuto** per l'incolumità pubblica (piste da sci, strade, ferrovie, ecc.) e/o per le aree urbanizzate, è necessario predisporre opere di difesa passiva in grado di **azzerare o limitare il danno**.
Per dimensionare e progettare tali opere sono necessarie indagini preliminari in grado di definire l'area di rischio, la velocità della possibile valanga e la pressione di impatto nelle loro espressioni estreme.
Lo studio dei parametri dinamici si attua mediante l'analisi dei dati rilevati in zone sperimentali attraverso **strumentazioni** poste lungo il percorso valanghivo che permettono di individuare la **velocità del fronte**, le **pressioni di impatto**, l'**area coperta dalla massa in movimento** e lo **spessore della neve**.
Una volta acquisiti tali parametri è possibile procedere alla progettazione di terrapieni, sbarramenti metallici, reti di contenimento in funi di acciaio, gallerie, treppiedi in legno trattato, rastrelliere in legno trattato, cunei deviatori, ecc. (**fig. 5.4**).

Cartografia tematica per la probabile localizzazione di valanghe

Lo studio della neve e delle valanghe non ha solo lo scopo di approntare efficaci opere di difesa passiva, ma soprattutto di **monitorare l'intero territorio** per individuare situazioni di possibile rischio, immediato o futuro.
A tal fine vengono elaborate **carte di localizzazione probabile delle valanghe** (CLPV) con l'ausilio di dati storici e rilievi fotogrammetrici e successiva fotointerpretazione.
Le carte, in scala 1:25.000, riportano i siti valanghivi interessati, in passato o attualmente, da caduta di valanghe, senza dare indicazioni sulle caratteristiche e la frequenza dei singoli eventi.
La cartografia risulta un valido ausilio per programmare interventi di sistemazione idraulico-forestale, anche con l'aiuto di opere di ingegneria naturalistica.

Scala europea del rischio di valanghe

Nell'aprile del 1993, i servizi valanghe dell'arco alpino hanno concordato una scala unificata del pericolo di valanghe. Questa scala, articolata in **cinque gradi di pericolo**, utilizza indici numerici e aggettivi per identificare in modo univoco una situazione di pericolo. Dal 1996 la scala europea è in vigore anche in Nord America.

I **principi** su cui si basa sono:

1. un unico aggettivo riassume tutte le caratteristiche della situazione;
2. la scala è crescente da 1 a 5 per indicare situazioni crescenti di pericolo;
3. la scala non è lineare in quanto il grado 3 non rappresenta una situazione di medio pericolo, ma una situazione già critica;
4. la probabilità di distacco di valanghe (e quindi il pericolo) non tiene conto di imprevedibili sovraccarichi esterni che, in caso di alta instabilità del manto nevoso, anche se di modesta entità (uno sciatore), possono provocare un distacco.

Fig. 5.4 • *Esempio di sbarramenti antivalanga utili a limitare il danno nelle zone a rischio.*

Tab. 5.1 ● *La Scala europea del pericolo di valanghe viene adottata in Austria, Francia, Germania, Italia, Scozia, Spagna e Svizzera.*

SCALA DEL PERICOLO	STABILITÀ DEL MANTO NEVOSO	PROBABILITÀ DI DISTACCO DI VALANGHE
1 – DEBOLE	Il manto nevoso è in generale ben consolidato e stabile.	Sono possibili rari episodi di distacco spontaneo, limitati a piccoli scaricamenti su pendii ripidi estremi*. Eventuali distacchi artificiali richiedono notevoli sollecitazioni di carico anche su pendii ripidi estremi. I pochissimi pendii pericolosi si limitano ai versanti ripidi estremi e sono comunque facilmente localizzabili.
2 – MODERATO	Il manto nevoso è moderatamente consolidato su alcuni ripidi pendii, di norma specificati nei bollettini in base alla quota altimetrica, all'esposizione o alla morfologia del terreno; per il resto è ben consolidato.	Distacchi di valanghe sono possibili in presenza di forte**** sovraccarico su pendii ripidi** indicati nel bollettino. Su pendii ripidi con condizioni particolarmente sfavorevoli del manto nevoso non si può escludere l'eventualità di distacchi provocati da singoli. Non si prevedono grandi valanghe spontanee.
3 – MARCATO	Il manto nevoso presenta un consolidamento da moderato a debole su molti pendii ripidi.	Il distacco è possibile anche con un debole*** sovraccarico, soprattutto in pendii ripidi indicati nel bollettino. Le dimensioni delle valanghe spontanee possono variare considerevolmente: in condizioni di manto nevoso instabile sono talora possibili valanghe di media grandezza anche in presenza di altezze ridotte della neve. Qualora questo grado di pericolo venga associato a nevicate o aumenti della temperatura diurna sono possibili, a seconda della situazione meteorologica, distacchi di valanghe di media grandezza e, in singoli casi, anche di grandi valanghe.
4 – FORTE	Il manto nevoso è debolmente consolidato sulla maggior parte dei pendii ripidi.	Il distacco di valanghe è probabile già con un debole sovraccarico su molti pendii ripidi. In alcune situazioni sono possibili numerosi distacchi spontanei di valanghe di media grandezza e talora anche di grandi valanghe.
5 – MOLTO FORTE	Il manto nevoso è in generale debolmente consolidato e per lo più instabile.	Sono probabili numerose grandi valanghe spontanee anche su terreno moderatamente ripido.

* **Pendii ripidi**: pendii con inclinazione superiore a 30° (30° pendio moderatamente ripido).
** **Pendii ripidi estremi**: pendii con caratteristiche sfavorevoli per quel che concerne l'inclinazione, la forma del terreno, la vicinanza a creste e la rugosità del suolo.
*** **Forte sovraccarico**: gruppo compatto di sciatori, mezzo battipista, uso di esplosivo.
**** **Debole sovraccarico**: singolo sciatore, escursionista senza sci.

5.2 ● L'INGEGNERIA NATURALISTICA

Gli incendi boschivi *(nel volume a pag. 179)*

L'incendio boschivo è un fuoco di vaste proporzioni con tendenza a ulteriore diffusione, associato a difficoltà di contenimento e spegnimento.
Il codice penale distingue tra **incendio doloso** (provocato con intenzionalità) e **incendio colposo** (provocato senza intenzionalità, ma con comportamenti irresponsabili); entrambi sono **perseguibili penalmente** in quanto l'incendio boschivo è considerato un atto contro la pubblica incolumità quando mette, o potrebbe mettere, a repentaglio la vita delle persone.
L'incendio boschivo è di fatto un **attentato al patrimonio naturale del Paese**.

FATTORI PREDISPONENTI GLI INCENDI BOSCHIVI

Gli incendi boschivi provocano **danni diretti e indiretti**: i primi sono rappresentati dalla massa legnosa perduta; i secondi dalla perdita di difesa idrogeologica, diminuzione di produzione di ossigeno, perdita di conservazione naturalistica del patrimonio boschivo, diminuzione del richiamo turistico, perdita di posti di lavoro nel comparto della forestazione.
La distruzione di un bosco a causa di incendio è un processo che in poche ore distrugge un patrimonio naturale che si è originato in molti decenni in una situazione di delicato equilibrio ecologico.

L'incendio è favorito dalla **presenza di materiale combustibile** (legno), **ossigeno atmosferico** e da un **innesco** rappresentato da fiamme libere o calore (autocombustione).
Lo scoppio di un incendio ha quindi sempre una **causa scatenante**, che può essere **di origine antropica o naturale**, e una **situazione favorevole alla propagazione** delle fiamme data dalla presenza di materiali combustibili e condizioni climatiche.
Infatti, indipendentemente dalla causa, l'**effetto** dell'incendio è **fortemente condizionato dai fattori climatici e dall'andamento stagionale**; questi ultimi creano le precondizioni idonee allo sviluppo e alla propagazione delle fiamme.
Le **cause dirette** dello sviluppo di un incendio sono costituite principalmente dal grado di umidità del sottobosco, in quanto una vegetazione bassa e molto secca (scarsa percentuale di acqua contenuta nei tessuti vegetali) favorisce la propagazione dell'incendio.
Anche la presenza di vento forte aumenta la quantità di ossigeno (comburente) presente sull'area interessata dalle fiamme e spinge avanti la linea del fuoco; influisce sulla propagazione anche la quantità di materiali combustibili e la loro disposizione sul terreno (un ricco sottobosco di piante sottili e secche rappresenta la situazione ideale per un rapida propagazione delle fiamme).
Le **cause indirette** sono rappresentate dal forte afflusso turistico e dall'abbandono delle zone rurali con il conseguente mancato controllo del territorio.

Danni causati dagli incendi boschivi

I danni provocati dall'incendio comprendono, oltre alla distruzione della massa legnosa, i resti di piante carbonizzate sul terreno; i suoli scoperti diventano così maggiormente esposti all'azione battente delle acque meteoriche con conseguente asportazione di buona parte dello strato superficiale fertile: ciò causa instabilità idrogeologica, aumento dell'inaridimento e sviluppo di incolti (**fig. 5.5**).
Inoltre i boschi indeboliti dagli incendi sono maggiormente esposti agli attacchi parassitari e alla pressione antropica; pertanto riducono la loro efficienza nella protezione del suolo e, più in generale, dell'ambiente.

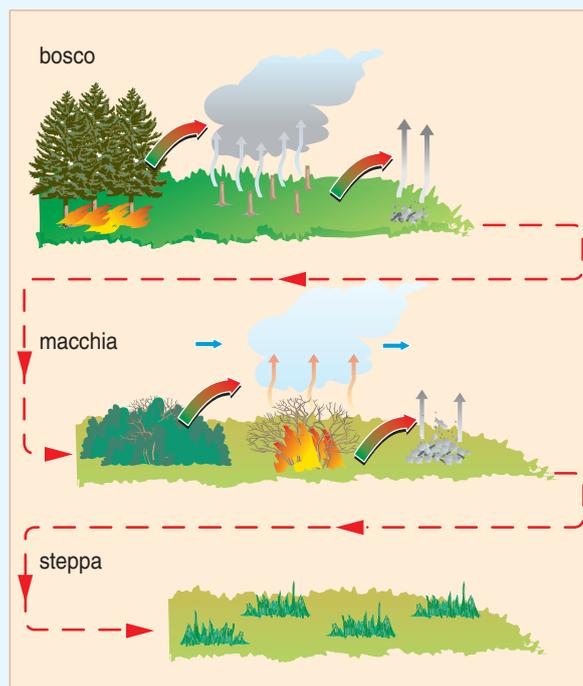



Fig. 5.5 ● *Riepilogo dell'**azione di degrado ambientale causato dagli incendi**: un bosco bruciato diventa macchia per poi tendere alla **desertificazione**. I tempi di rigenerazione di un bosco bruciato sono talmente lunghi da porre in serio pericolo l'ecosistema.*

Fig. 5.6 ■ *Gli incendi su grandi estensioni vengono domati con mezzi aerei.*

Fig. 5.7 ■ *I boschi di conifere e di piante resinose bruciano più velocemente a causa delle resine infiammabili contenute negli aghi.*

Prevenzione dagli incendi boschivi e principi di difesa personale

La **prevenzione** dagli incendi boschivi inizia principalmente con comportamenti corretti da parte di tutta la comunità. Dal momento che il materiale combustibile rappresentato dalla vegetazione è soggetto a incendio in particolari condizioni climatiche (stagione secca), il comportamento di tutti deve adeguarsi alle varie situazioni, avendo cura di non provocare inneschi che potrebbero tramutarsi in incendio.
L'**innesco** può essere rappresentato da una sigaretta gettata a terra con noncuranza oppure da un fuoco acceso per un pic-nic e poi non adeguatamente spento (**fig. 5.8**).
Se ci si trova in un bosco investito da incendio è necessario osservare determinate regole comportamentali:

- scegliere la giusta via di fuga osservando il fumo che proviene dall'incendio: se lo si vede venirvi incontro bisogna allontanarsi dando le spalle al vento; se il fumo si allontana da voi allontanatevi controvento;
- evitare di inalare fumo respirando attraverso un fazzoletto bagnato;
- se si è vicino a un fiume bisogna dirigersi verso le sponde e immergersi nell'acqua (**fig. 5.9**);
- in caso di fumo intenso bisogna tenere presente che esso non arriva mai fino al livello del suolo, pertanto può risultare utile distendersi a terra e respirare lentamente;
- prestare attenzione ai materiali infiammati che possono cadere dagli alberi;
- sfruttare la presenza di **viali tagliafuoco**.

Viali tagliafuoco

I viali tagliafuoco sono opere preventive atte a fronteggiare tutte le situazioni e le più diverse tipologie di incendio. In sede di progetto del viale tagliafuoco si deve decidere se l'opera ha lo scopo di fermare definitivamente il fuoco o solo di rallentarlo (**fig. 5.10**).
Nel primo caso la vegetazione deve essere totalmente eliminata e la larghezza del viale deve essere tra i 100 e 200 m.

Nel secondo caso non è necessario eliminare la vegetazione, che viene solo ridotta, ed è sufficiente una larghezza tra 10 e 50 m.

Il viale tagliafuoco passivo (estinzione definitiva dell'incendio) presenta il vantaggio di non avere bisogno dell'intervento di mezzi aerei o terrestri, contenendo così il costo di gestione; al contrario risultano estremamente onerose la sua realizzazione e la manutenzione periodica.

Per la vasta superficie di terreno nudo che richiede, questo tipo di opera non è adatta ai terreni scoscesi con rischio di instabilità idrogeologica.

Più spesso si ricorre al viale tagliafuoco attivo che ha lo scopo di trasformare gli incendi originatisi nella chioma in incendi radenti permettendo così alle squadre di intervenire ed estinguere le fiamme.

In questi viali viene fortemente ridotta la biomassa con la completa eliminazione solo in una limitata fascia centrale.

Fig. 5.8 • *L'inesco di un incendio può essere causato da una distrazione o dalla noncuranza.*

Fig. 5.9 • *Il fiume rappresenta una via di fuga e, comunque, una protezione nei confronti dell'avanzare di un incendio.*

Fig. 5.10 • *Esempio di viale tagliafuoco finalizzato al rallentamento dell'avanzata del fronte di fuoco.*

Maxiverifica finale

Domande per la verifica orale

1 A che scopo vengono effettuate le sistemazioni idrauliche?

2 Che cosa si intende per baulatura?

3 Quali erano gli scopi principali delle bonifiche?

4 Che funzione svolgono le scoline?

5 Tale cosa serve la portata delle scoline?

6 Che differenza c'è tra le scoline di primo e di secondo ordine?

7 Quali criteri devono rispettare le barriere frangivento?

8 In che modo le siepi e le zone di rifugio proteggono la biodiversità?

9 Quali sono le principali sistemazioni di collina?

10 In che cosa consiste la sistemazione ad arginelli?

11 Che cosa sono le briglie e che funzioni svolgono?

12 A che cosa servono gli argini?

13 Che funzione svolgono i serbatoi di piena e i canali scolmatori?

14 Quali sono le principali funzioni dell'ingegneria naturalistica?

15 Quali sono i segnali premonitori di una frana?

16 Quali sono i principali vantaggi offerti dalle opere di drenaggio sotterraneo?

17 A quale profondità devono essere posati i dreni?

18 Quali sono i principali passaggi per la progettazione di un impianto di drenaggio?

19 Che funzione svolgono i tiranti metallici collocati come opere di difesa del territorio?

20 Quali sono i vantaggi offerti dalle barriere paramassi?

21 Perché le cave abbandonate sono considerate zone degradate in termini ambientali?

22 Quali sono le principali opere di ingegneria naturalistica?

23 Quali sono i materiali di origine naturale e quelli di origine sintetica utilizzati nelle opere di ingegneria genetica?

24 Che cosa sono e che funzioni hanno le biostuoie?

25 In che modo si può intervenire per arginare i problemi relativi ai calanchi attraverso opere di ingegneria genetica?

26 Che cosa si intende per piante pioniere?

27 Quali sono le principali specie arboree e arbustive impiegate nelle opere di ripristino ambientale?

28 Quali sono i problemi ambientali causati dagli incendi boschivi?

29 Come può avvenire il consolidamento delle dune marine?

30 Quali vantaggi comporta l'impiego di piante vive nella realizzazione di interventi di ingegneria naturalistica?

Test a risposta multipla

31 La baulatura è:

a. il modellamento dell'argine di un fiume;
b. il modellamento della superficie di un campo coltivato;
c. il modellamento di una superficie boschiva;
d. una tecnica di bonifica.

32 Attualmente, gli spazi dedicati alla vegetazione naturale sono considerati:

a. esclusivamente valide barriere frangivento;
b. zone degradate e abbandonate in cui si potrebbe coltivare o edificare;
c. elementi importanti per la protezione degli ecosistemi;
d. inutili ai fini della prevenzione dai fenomeni di erosione.

33 Le barriere frangivento:

a. causano l'aumento dell'evapotraspirazione delle piante;
b. causano la diminuzione dell'evapotraspirazione delle piante;
c. determinano una riduzione dell'azione battente del vento fino al 90%;
d. sono utili solamente nelle zone collinari.

34 La sistemazione a rittochino è tipica delle zone:

a. costiere;
b. pianeggianti;
c. collinari;
d. fluviali.

35 Per rallentare la velocità dell'acqua di un fiume si può ricorrere a:

a. costruzione di argini;
b. baulatura;
c. drenaggio sotterraneo;
d. inerbimento delle sponde.

36 Se il livello di un fiume sale oltre i limiti, l'acqua può essere deviata tramite:

a. il bacino di piena e i canali scolmatori;
b. le briglie;
c. il terrazzamento;
d. le dighe.

37 Relativamente al drenaggio sotterraneo, un fattore limitante è:

a. la regimazione delle acque;
b. l'aerazione degli strati sotterranei;
c. il peggioramento della struttura del terreno;
d. la sezione dei dreni.

38 La pendenza di collocamento dei tubi drenanti è:

a. maggiore nei casi di tubi di piccolo diametro;
b. minore nei casi di tubi di piccolo diametro;
c. maggiore nei casi di tubi di grande diametro;
d. indipendente dal diametro dei tubi.

39 Le barriere paramassi a rete:

a. si collocano lungo le sponde dei fiumi;
b. si adattano completamente al profilo del terreno;
c. non si adattano al profilo del terreno;
d. hanno costi molto elevati rispetto al vantaggio che comportano.

40 Le tecniche di ingegneria naturalistica:
a. prevedono preferibilmente l'impiego di materiali di origine artificiale perché più duraturi rispetto a quelli naturali;
b. vengono impiegate solamente per il consolidamento dei versanti instabili;
c. non vengono impiegate per il consolidamento delle dune marine;
d. comprendono interventi di rinaturalizzazione.

41 Le biostuoie:
a. vengono impiegate sempre in associazione con reti metalliche;
b. vengono ancorate al terreno per evitarne i movimenti e la discesa a valle;
c. vengono impiegate soprattutto per il consolidamento delle dune marine;
d. vengono poco utilizzate perché comportano costi elevati rispetto al vantaggio che si ottiene.

42 Un esempio di specie arborea impiegata per la rinaturalizzazione delle sponde di fiumi e torrenti è:
a. *Pinus pinaster*;
b. *Laurus nobilis*;
c. *Populus canescens*;
d. *Acer campestre*.

Vero o falso?

a. Il rittochino, il cavalcapoggio e il girapoggio sono tipiche sistemazioni di collina ☐ V ☐ F

b. La sistemazione a onde è adottata nei terreni collinari incoerenti e viene realizzata lungo le curve di livello con la costruzione di arginelli che trattengono le acque piovane e impediscono il ruscellamento ☐ V ☐ F

c. La sistemazione ad arginelli prevede la costruzione di gradoni lungo il tratto torrentizio di un corso d'acqua ☐ V ☐ F

d. Le briglie svolgono la funzione di impedire la tracimazione dei corsi d'acqua ☐ V ☐ F

e. Le fessurazioni del terreno possono costituire un valido elemento spia per prevenire i fenomeni di dissesto idrogeologico ☐ V ☐ F

f. Il drenaggio sotterraneo comporta lo svantaggio di determinare una maggiore presenza di erbe infestanti ☐ V ☐ F

g. I terreni con forte pendenza sono particolarmente adatti al drenaggio sotterraneo ☐ V ☐ F

h. I sistemi drenanti vengono effettuati con tubi di materiale plastico (PVC) o in terracotta porosa ☐ V ☐ F

i. I sistemi di drenaggio hanno il vantaggio di non comportare un eccessivo costo iniziale per la realizzazione dell'impianto ☐ V ☐ F

j. La profondità di posa dei dreni varia in base alle caratteristiche del terreno, ma generalmente è compresa tra 70 cm e 1,5 m ☐ V ☐ F

k. L'impiego dell'aratro talpa non obbliga alla posa di tubi drenanti ☐ V ☐ F

l. La costruzione di muri di contenimento deve essere sempre affiancata da tiranti metallici che servono ad ancorare le pietre che costituiscono i muri stessi ☐ V ☐ F

m. Le barriere paramassi comportano sempre un forte impatto ambientale, pertanto non vengono molto utilizzate ☐ V ☐ F

n. Le barriere paramassi sono costituite dalle seguenti 4 parti: struttura di intercettazione, struttura di sostegno, struttura di collegamento e struttura di fondazione ☐ V ☐ F

o. L'ingegneria naturalistica studia le modalità di utilizzo di piante viventi e parti di piante come materiali da costruzione ☐ V ☐ F

p. Gli interventi di ingegneria naturalistica non possono essere effettuati nelle zone umide perché i materiali utilizzati non sono adatti a questo tipo di ambiente ☐ V ☐ F

q. Non tutte le piante vive garantiscono un effetto antierosivo, pertanto vengono preferiti elementi artificiali ☐ V ☐ F

r. *Quercus ilex* è una pianta particolarmente adatta al rinverdimento delle zone umide ☐ V ☐ F

s. Il recupero dei calanchi può essere effettuato attraverso il ripristino della copertura vegetale molto utile ai fini della stabilizzazione del terreno ☐ V ☐ F

t. Gli interventi di rinaturalizzazione non hanno effetto sugli ecosistemi perché si tratta di piante introdotte artificialmente e che quindi non interagiscono con l'ecosistema circostante ☐ V ☐ F

u. Per la realizzazione della semina a spaglio è necessario che la pendenza del versante non sia eccessiva e che il terreno sia abbastanza fertile da favorire la crescita dell'essenza ☐ V ☐ F

v. Il salice è una specie arbustiva impiegata negli interventi di stabilizzazione dei versanti ☐ V ☐ F

w. La fascinata viene impiegata sui versanti con pendenza maggiore di 35° ☐ V ☐ F

x. La cordonata può essere conseguita previa realizzazione di terrazzamenti in contropendenza ☐ V ☐ F

y. La palizzata viene realizzata con l'impiego di pali dotati di capacità vegetativa ☐ V ☐ F

Riepilogo dei concetti chiave

6.1 • Introduzione storica alla cartografia

(nel volume a pag. 188)

Lo **scopo della cartografia** è quello di rappresentare in forma grafica la superficie terrestre. La cartografia è utile alla geografia, che invece si occupa dell'antropizzazione della Terra.

La **storia della cartografia** ha inizio nell'antichità, sebbene la prima realizzazione sembra sia avvenuta nella Grecia classica cui seguirono rappresentazioni sempre più aderenti alla realtà.

La **sfericità della Terra** era già stata ipotizzata dai filosofi greci, tra cui Eratostene da Cirene che ne calcolò la circonferenza con grande precisione ottenendo una lunghezza di poco superiore alla realtà. Solo nel Medioevo si tornò all'idea che la Terra fosse piatta.

La **cartografia** è strettamente legata agli spostamenti dell'uomo, infatti i grandi sviluppi di questa disciplina si ebbero per scopi militari e commerciali; la scoperta di nuove terre e le navigazioni resero indispensabile l'uso di carte.

6.2 • La rappresentazione cartografica

(nel volume a pag. 193)

Le **coordinate geografiche** servono per determinare un punto sulla Terra e prendono come punti di riferimento i Poli e l'Equatore. Le coordinate sono individuate da due distanze angolari dall'Equatore e dal meridiano di Greenwich, chiamate rispettivamente latitudine e longitudine.

Per **orientamento delle carte geografiche** si intende l'allineamento della carta con i punti cardinali. Oggi, normalmente, il nord corrisponde alla parte alta della carta; in altre epoche l'orientamento seguiva la direzione dell'oriente (est) come dice la parola stessa. Nella carta deve esserci l'indicazione del nord e la **scala** con cui la carta stessa riproduce la realtà. Essa indica il rapporto tra la lunghezza sulla carta e la realtà. In base alla scala le carte vengono classificate in diversi modi.

Le **proiezioni geografiche** rispondono all'esigenza di riprodurre su un piano il territorio che invece fa parte di un geoide. Questo causa errori nelle rappresentazioni, per cui vengono scelte in funzione dell'uso della carta.

6.3 • Le tecniche di rilevazione

(nel volume a pag. 198)

La **rete geodetica** del territorio italiano è stata realizzata mediante triangolazioni. Queste hanno determinato il rilevamento di punti sul terreno con coordinate certe e punti di infittimento considerati vertici di ordine successivo.

La **fotogrammetria** si basa sulla fotografia stereoscopica del terreno, ottenuta mediante voli aerei. Oggi questa tecnica consente un puntuale controllo del territorio ai fini della salvaguardia e della conservazione.

Il **telerilevamento** si basa sull'uso dei satelliti geostazionari. L'energia elettromagnetica generalmente è il veicolo di informazione e l'immagine digitalizzata così inviata va acquisita, trattata e interpretata nei fenomeni rilevati.

La **gestione dei dati** che derivano dalle nuove tecnologie non è possibile con i metodi tradizionali; per questo viene in aiuto la geomatica: un insieme di strumenti e tecniche usati in tutte le forme di mappatura.

L'**uso dei satelliti** oggi è un risultato determinante sia per il rilevamento della superficie terrestre tramite il telerilevamento, sia per la determinazione della posizione di un punto sulla terra tramite il GPS che, a sua volta, si basa su triangolazioni eseguite da satelliti geostazionari con il supporto di stazioni a terra.

6.4 • La tematizzazione cartografica

(nel volume a pag. 211)

La carta tematica **rappresenta in modo semplificato** singoli fatti o fenomeni. La semplificazione è indispensabile perché la carta sia leggibile; il grado di semplificazione dipende dalla specializzazione dell'utenza che utilizzerà lo strumento.

In base all'utenza, la cartografia si distingue in **cartografia generale** e **tematica**; la prima è indirizzata a un'utenza anche non specializzata, mentre la seconda a un'utenza ben precisa. La prima descrive le caratteristiche generali del territorio, la seconda descrive un fenomeno.

La **realizzazione di una carta tematica** richiede diverse scelte a seconda del fenomeno che si vuole rappresentare e dell'utenza cui è indirizzata. Richiede preliminarmente una progettazione e quindi una realizzazione che prevedono il tipo di rappresentazione del fenomeno e la scala.

La carta tematica **deve risultare leggibile**; partendo da questo presupposto è indispensabile che i simboli utilizzati siano immediatamente leggibili e visibili. L'uso dei colori aumenta la visibilità, ma tende a diminuire la precisione.

6.5 • Le carte tematiche

(nel volume a pag. 219)

Nella carta tematica, gli aspetti del fenomeno rappresentato devono essere **immediatamente** leggibili, per questo si assegnano codici cromatici in base alla corrispondenza con i fattori principali. Il codice cromatico risulta quello di più immediata lettura rispetto ad altri codici.

La cartografia tematica è uno strumento insostituibile per la **progettazione di interventi sul territorio**; viene usata dai Comuni negli strumenti urbanistici, ma anche dalle Regioni che producono carte tematiche diversificate.

Le **Carte Tecniche Regionali** sono uno strumento delle amministrazioni regionali per il controllo, la programmazione e gli interventi sul territorio. Il foglio in scala 1 : 10.000 è chiamato "sezione" e deriva dalla carta d'Italia 1 : 50.000. Ogni sezione è composta da 4 fogli in scala 1 : 5000 chiamati "elementi". Vengono utilizzate dalle amministrazioni per la programmazione territoriale.

Le Carte Tecniche Regionali possono avere diverse **tematiche legate al territorio** o al suo uso; molte sono indirizzate a tematiche legate all'agricoltura o alla prevenzione di rischi quali frane, inquinamenti industriali o da agricoltura, e altri.

APPROFONDIMENTI

Link

6.1 • Introduzione storica alla cartografia

Il sistema UTM *(nel volume a pag. 192)*

L'estensione all'intero globo del sistema Gauss-Boaga ha portato alla *Universal Transverse Mercator* o sistema UTM. La superficie terrestre è stata divisa in 60 fusi di 6° di latitudine ciascuno; ogni fuso è diviso in paralleli distanti 8° di latitudine e quindi in 20 fasce alle quali è stata assegnata una lettera per un totale di 1200 zone (80° nord + 80° sud = 160°/8° = 20 fasce; 60 fusi × 20 fasce = 1200 zone) contrassegnate da un numero e da una lettera (in tutti i fusi le zone con stessa latitudine hanno la stessa lettera).
La zona è delimitata da due meridiani distanti 6° di longitudine e da due paralleli distanti 8° di latitudine.
Il fuso numero 1 parte dall'antimeridiano di Greenwich per crescere da ovest ad est. Alla luce di tale suddivisione l'Italia è compresa nei fusi 32-33-34, fasce S e T.
In ogni fuso è tracciato un reticolo ortogonale chilometrico: ogni quadrato così ottenuto ha il lato pari a 100 km ed è identificato da una coppia di lettere. Il reticolo con maglie quadrate di 100 km è ulteriormente suddiviso in maglie di 10 km nelle rappresentazioni 1/100.000 e in maglie di 1 km nelle scale 1/50.000 e 1/25.000. Per determinare le coordinate del punto P è sufficiente fare riferimento al vertice in basso a sinistra della maglia in cui il punto P è inserito (coordinata est e coordinata nord): P = 32 T PQ 1750 4995 (fuso 32, zona T, quadrante PQ, coordinata est 1750, coordinata nord 4995).

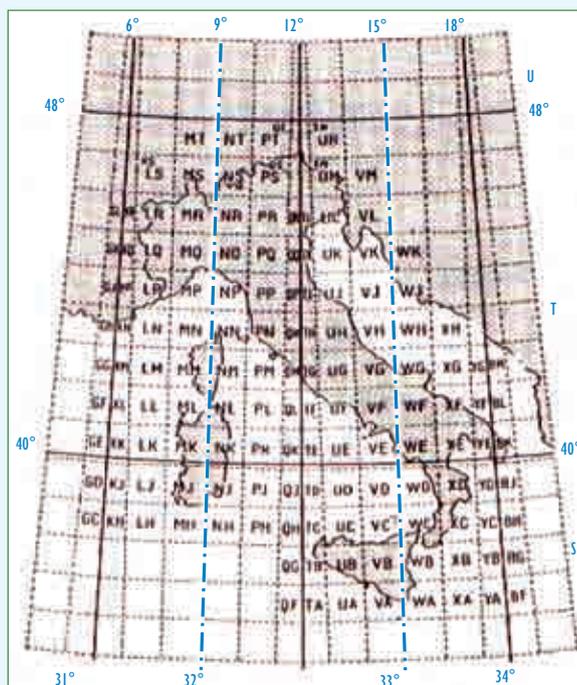



Fig. 6.1 • *Sistema UTM.*

6.2 • La rappresentazione cartografica

Mercatore, Cassini Soldner, Sanson-Flamsteed, Gauss-Boaga

(nel volume a pag. 195)

La proiezione cilindrica diretta di Mercatore. Gerard De Cremer (*kramer* vuol dire “commerciante”, italianizzato in *mercator*, da cui Mercatore) nacque nel 1512 a Rupelmonde nelle Fiandre. Matematico, astronomo e cartografo, pubblicò nel 1569 un grande planisfero di 202 3 124 cm, costituito da 18 fogli, realizzato con un sistema di proiezione cilindrica (**fig. 6.2**) con meridiani e paralleli ortogonali tra loro (proiezione conforme). Tale sistema introduce una distorsione nella mappa est-ovest con aumento progressivo dall’Equatore verso i Poli. In pratica, a longitudini superiori ai 70° nord e sud, la proiezione di Mercatore è inutilizzabile.

Per capire la proiezione cilindrica di Mercatore dobbiamo immaginare la Terra avvolta da un cilindro di carta tangente all’Equatore.
L’asse della Terra coincide con quello del cilindro e i piani che tagliano l’asse terrestre e la sfera in corrispondenza dei meridiani intersecano il cilindro lungo le linee generatrici.
Sulla carta i meridiani, che sulla sfera convergono, sono rappresentati da rette parallele verticali; Equatore e paralleli sono invece rappresentati da rette orizzontali (**fig. 6.3**). Sulla carta, la distanza tra i paralleli risulta sempre uguale e, rispetto alla realtà, è sempre più dilatata allontanandosi dall’Equatore.

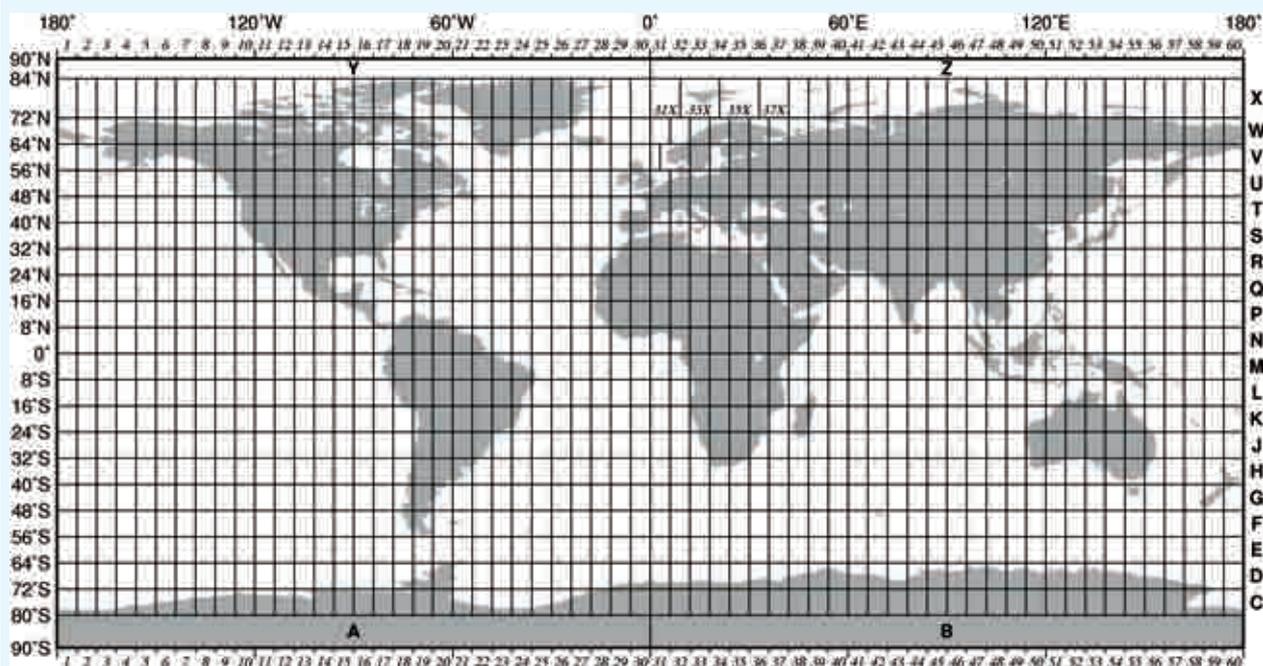



Fig. 6.2 • *Proiezione di Mercatore.*

Per mantenere inalterata la forma delle terre emerse a qualsiasi latitudine, è stata introdotta una corrispondente dilatazione tra i paralleli che risultano via via sempre più distanti allontanandosi dall’Equatore; in questo modo i continenti vengono rappresentati con giusta forma, ma con forte deformazione della superficie.
La proiezione di Mercatore è definita **isogonica** (in greco significa con “angoli uguali”) e per questo ampiamente utilizzata nelle rotte delle navi che, utilizzando la bussola magnetica, non seguono il tratto più breve di globo rappresentato dalla rotta **ortodromica** (dal greco, “corsa dritta”) o arco di cerchio massimo, bensì una linea **lassodromica** (dal greco, “corsa obliqua”) rappresentata sulla carta di Mercatore dal segmento che unisce due punti.

La rotta ortodromica è quindi il percorso più breve fra due punti sulla superficie terrestre (**fig. 6.6**). Questo percorso giace sempre sull’arco di circonferenza massima che è l’intersezione fra la superficie terrestre, il piano che passa per il centro della Terra e per i punti di partenza e di arrivo. Le navi avrebbero tutto l’interesse a seguire nei loro spostamenti tali percorsi che, essendo più brevi rispetto a tutti gli altri, permettono un risparmio di tempo e di carburante. Ma l’ortodromia presenta un inconveniente: la nave mantiene costante l’angolo tra la direzione del meridiano geografico (Nord vero) e la direzione della prua, cioè l’angolo che prende il nome di “angolo di rotta” o semplicemente “rotta”. Una nave che segue un’ortodromia non può mantenere costante la sua rotta, ma è costretta a mutarla in continuazione perché l’ortodromia taglia tutti i meridiani sotto angoli differenti.

PROIEZIONE DI MERCATORE (proiezione cilindrica centrale)

Meridiani tracciati sul globo

ASSE TERRESTRE

MERIDIANO DI GREENWICH

EQUATORE

GREENWICH

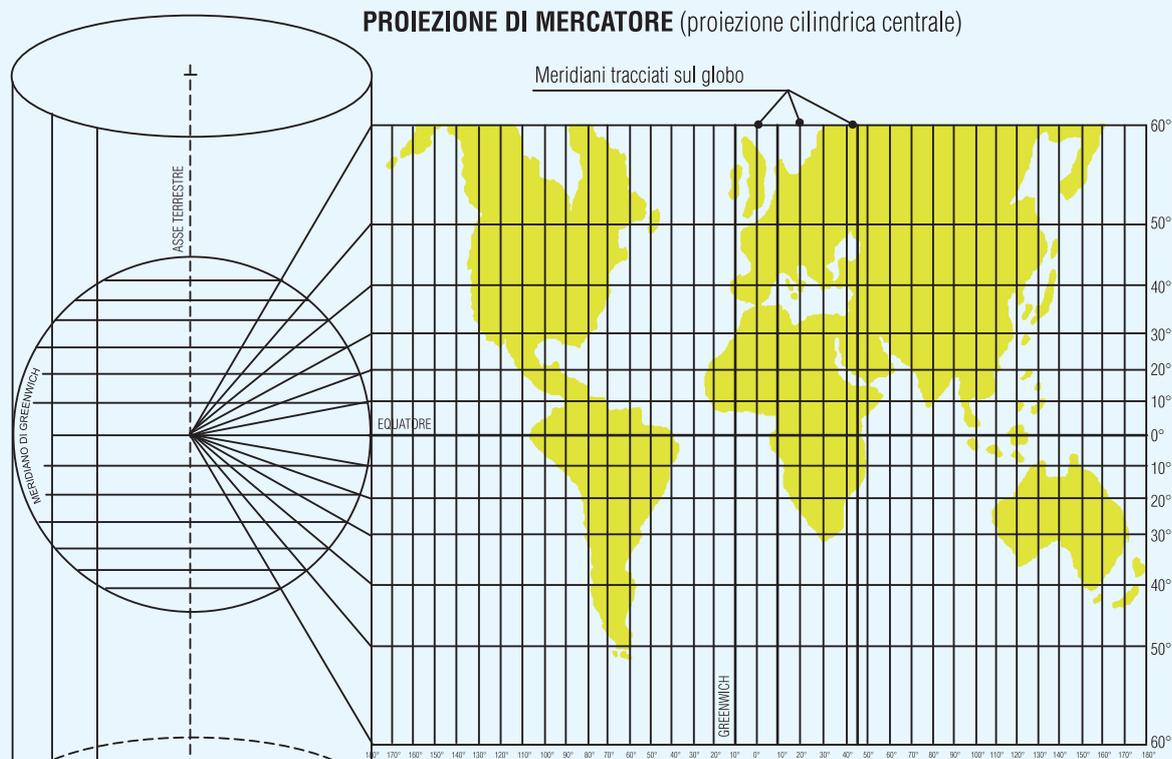
60° 50° 40° 30° 20° 10° 0° 10° 20° 30° 40° 50° 60°

La carta di Mercatore non è altro che una carta in proiezione cilindrica con determinate modifiche elaborate da Mercatore al fine di rispettare l'uguaglianza fra gli angoli sulla carta e quelli sulla Terra. Notare la distanza crescente dei paralleli verso i Poli e l'inesistenza delle calotte polari (proiettate all'infinito) che non consente di utilizzare la carta oltre i 60° circa di latitudine.

Fig. 6.3 • *Proiezione cilindrica di Mercatore.*

Questo rende laboriosa la navigazione per ortodromia: pertanto le navi seguono un altro tipo di percorso che ha la proprietà di tagliare tutti i meridiani sotto un uguale angolo e cioè di far mantenere costante l'angolo di rotta. Tale percorso è detto **lossodromia** ed è rappresentato da un arco di spirale che raggiunge i Poli.

La proiezione Cassini-Soldner. Introdotta dal Catasto Italiano nel 1886, adotta un cilindro tangente al meridiano di riferimento che interseca l'Equatore nel punto 0, origine degli assi cartesiani.

La proiezione Sanson-Flamsteed. Introdotta dall'Istituto Geografico Militare di Firenze per realizzare la Carta d'Italia. Si avvale di tanti fogli formati da un trapezio sferoidico delimitato da due meridiani con differenza di longitudine 30° e da due paralleli con differenza di latitudine 20°.

La proiezione cilindrica trasversa (conforme di Gauss). Fu introdotta nel 1880 da Gauss che inserì il globo terrestre in un immaginario cilindro tangente a un meridiano, per ridurre la zona proiettata e la deformazione. Gauss ottenne la proiezione spostando il cilindro di 6° per volta, in modo da considerare ogni spicchio piano. Sessanta spicchi coprono tutto il globo.

Fig. 6.4 • *Mappa di Mercatore.*

Questo sistema ottiene deformazioni minime presso l'Equatore mentre sono via via crescenti verso i Poli. Per tale motivo la proiezione si utilizza fino a 80° di latitudine, oltre i quali si applicano proiezioni prospettiche. La proiezione conforme di Gauss ha portato all'adozione in campo internazionale della rappresentazione cartografica UTM che suddivide il globo in fusi di 6°.

Sistema Gauss-Boaga. Il sistema ideato da Gauss e adottato nel 1940 dall'Istituto Geografico Militare, divide la Terra in 60 fusi di 6° ciascuno. Ogni fuso ha un meridiano centrale e si sviluppa per 3° a est e a ovest; la numerazione inizia dal meridiano di Greenwich e prosegue verso est comprendendo l'Italia nei fusi 32 e 33.

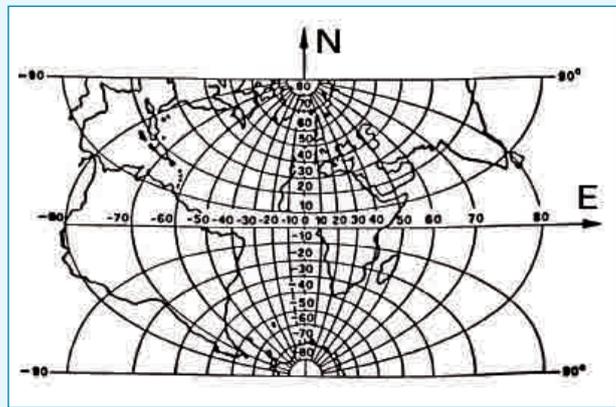



Fig. 6.5 • *Proiezione cilindrica inversa di Gauss.*

CARTA DI MERCATORE: rotta ortodromica linea curva - angoli variabili - rotta lossodromica linea retta - angoli uguali

La ROTTA LOSSODROMICA taglia tutti i meridiani con un angolo costante: si governa la barca senza mai variare l'angolo di rotta.

La ROTTA ORTODROMICA è un arco di cerchio e quindi il percorso è più breve. Si può seguire spezzando l'ortodromia in piccoli tratti di lossodromia. Si governa la barca variando spesso l'angolo di rotta.

Fig. 6.6 • *Ortodromia e lossodromia.*

I fusi sono stati chiamati **fuso ovest** e **fuso est**: nel primo sono comprese le regioni a occidente di Monte Mario (Roma), nel secondo quelle a oriente (**fig. 6.7**).

Il meridiano centrale del fuso ovest ha longitudine 9°, quello del fuso est ha 15° da Greenwich. Per convenzione è stato stabilito che i punti sul meridiano centrale del fuso ovest abbiano ordinata pari a 1500 km, mentre per il fuso est l'ordinata è pari a 2520 km. I fogli di proiezione Gauss-Boaga riportano un reticolo chilometrico riferito per X al meridiano centrale, per Y all'Equatore.

Per esempio il punto P può avere coordinate:
XP 5 4.795.890
YP 5 1.650.350

Il valore delle coordinate ci indica direttamente in quale fuso ci troviamo: se la prima cifra di YP non è 2 siamo nel fuso ovest (32), mentre l'altra coordinata ci indica la distanza dall'Equatore.

Conoscendo le coordinate di due punti compresi nello stesso fuso è possibile calcolare la loro distanza.

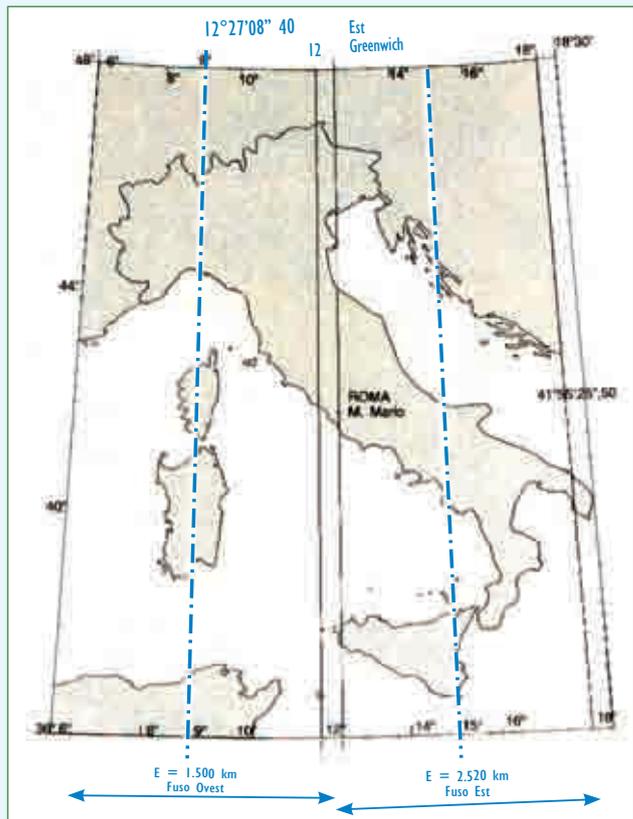



Fig. 6.7 • *Sistema Gauss-Boaga.*

6.3 • La rappresentazione delle carte

Il metodo della triangolazione *(nel volume a pag. 199)*

Una volta prese le misure di una figura piana con il metodo della triangolazione, la sua trasposizione in disegno avviene mediante un'applicazione consecutiva di semplici costruzioni di triangoli. Per esempio, supponiamo di avere rilevato un appezzamento di terreno con le misure riportate in **fig. 6.8a**. Sul foglio si inizia riportando nell'apposita scala un lato, per esempio **AB** (**fig. 6.8b**). Da **A** si traccia un arco di raggio **BD**; i due archi nell'intersezione individuano il punto **D** (**fig. 6.8c**). Per trovare **C**, bisogna tracciare da **D** la circonferenza di raggio **DC** e da **B** quella di raggio **BC** (**fig. 6.8d**). Come verifica, infine, deve tornare che la misura di **AC** è uguale a quella rilevata.

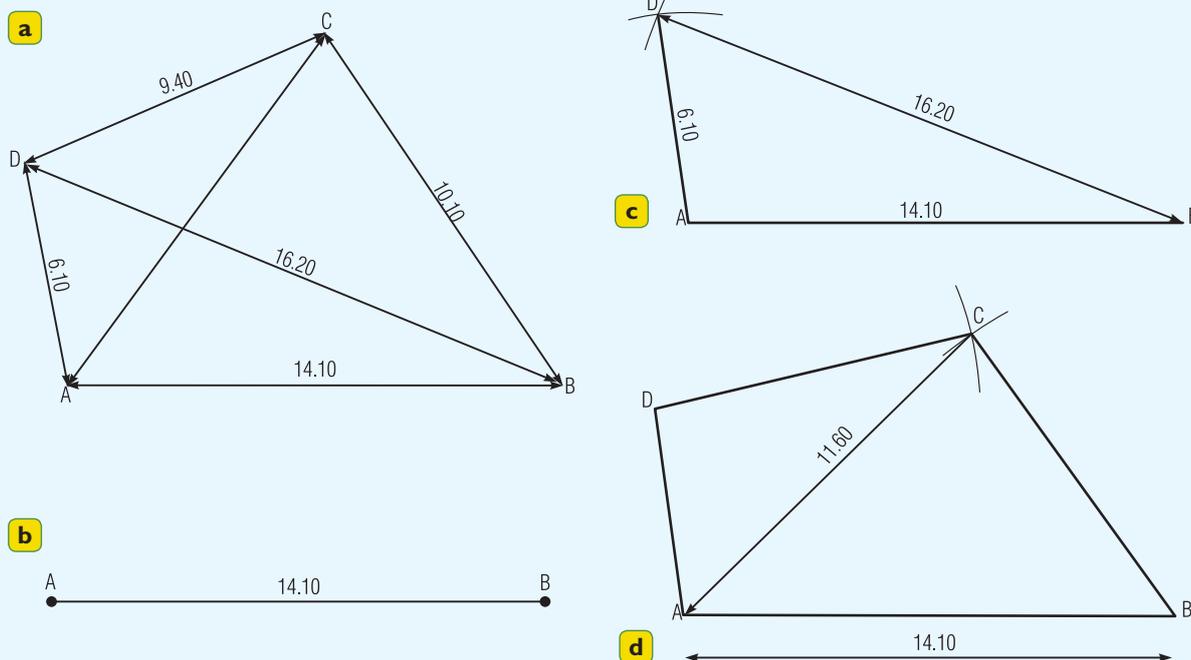



Fig. 6.8 a, b, c, d • *Metodo della triangolazione.*

Sistemi informativi territoriali *(nel volume a pag. 205)*

Il territorio è un sistema complesso, costituito da numerosi elementi che lo caratterizzano come suolo, acque, atmosfera, zone urbanizzate, infrastrutture, patrimonio edilizio, popolazione, risorse, attività, servizi, ecc. L'insieme di tutti questi elementi costituisce il **sistema territorio**.

Le Istituzioni deputate alla gestione del territorio sono chiamate a effettuare scelte che comportano modifiche, a volte profonde, della fisionomia dello stesso; pertanto è necessario che dispongano di strumenti adatti a conoscere in maniera globale e approfondita tutti gli aspetti indicati, affinché possano essere valutate tutte le conseguenze (positive e negative) degli interventi proposti.

Le Istituzioni chiamate a decidere sul governo del territorio (Comuni, Province, Regioni e Ministeri) si avvalgono di strumenti in grado di analizzare tutte le possibili interconnessioni, utilizzando modelli in grado di archiviare e gestire i dati disponibili. Tali modelli prendono il nome di **Sistemi Informativi Territoriali** e sono fondamentalmente costituiti da:

- cartografia di base e tematica;
- dati statistici;
- Sistemi di gestione GIS.

Più in dettaglio, il SIT è stato definito come un complesso organizzativo e funzionalmente integrato di risorse umane, procedure e apparecchiature, flussi informativi e norme organizzative in grado di acquisire, archiviare ed elaborare dati riguardanti acque, clima, flora, fauna, suolo, sismicità, vulcanismo, dissesti idrogeologici, inquinamenti, uso e copertura del suolo, attività economiche, residenziali e culturali, situazione urbanistica e relativi strumenti, situazione sanitaria, redditi, risorse economiche e infrastrutture.

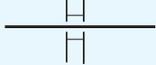
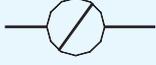
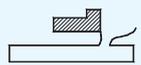
6.4 • La tematizzazione cartografica

I segni grafici *(nel volume a pag. 214)*

01a *Simbologia - codici di riferimento cartografici*

Codice	Tipo	Descrizione	Rappresentazione complessiva	Disegno e note
0101	linea	Strada asfaltata		Spessore: 0,18 - Devono essere rappresentate in base alla loro effettiva larghezza comprendente anche l'eventuale banchina. Le aree di sosta fanno parte della strada.
0102	linea	Strada non asfaltata Campestre		Spessore: 0,18 - Tratteggio: 2/0,5 - Questo codice comprende tutte le strade a fondo naturale percorribili o non con automezzi in tutte le stagioni.
0103	linea	Sentiero Mulattiera		Spessore: 0,25 - Tratteggio: 3/0,5 - Questo codice comprende le vie di comunicazione delle quali non è possibile rappresentare la larghezza. Viene rilevato l'asse stradale.
0104	linea	Strada in costruzione		Spessore: 0,18 - Tratteggio: 3/1 - Viene rappresentata soltanto quando l'opera è nettamente visibile sul terreno.
0105	linea	Strada in disuso		Spessore: 0,18 - Tratteggio: 3/0,5/0,5 - Viene rappresentata soltanto quando l'opera è nettamente visibile sul terreno.
0106	linea	Spartitraffico Linea di mezzeria		Spessore: 0,13 - Per le aiuole verdi utilizzare il cod. 0703.
0107	linea	Accesso		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 1/0,5.
0108	linea	Ponte Viadotto		Spessore: 0,18 - Questo codice comprende le opere stradali e ferroviarie.
0109	linea	Ponticello		
0110	linea	Guado		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 1/0,5.
0111	linea	Passerella pedonale	PO VIA	Spessore: 0,13 - Si utilizza il segno ad un filo quando la larghezza è inferiore a 1 mm grafico.
0112	linea	Sottopassaggio		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 1/1 - Ove lo sviluppo non sia intuibile, esso dovrò essere ricavato da planimetrie fornite dall'Amministrazione. Per i gradini utilizzare il cod. 0129.
0113	linea	Muri d'ala		Spessore: 0,18 - Questo codice comprende le opere stradali e ferroviarie.
0114	linea	Tracciato in galleria		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 1/1 - Comprende le strade e ferrovie. Ove lo sviluppo non sia intuibile, esso dovrà essere ricavato da planimetrie fornite dall'Amministrazione.
0115	simb	Passo Valico		Deve essere posto sui sentieri e sulla viabilità minore. Deve essere definito un punto quota.
0116	simb	Pietra chilometrica	○ k13	Dev'essere introdotto il chilometro nominale (oltre al simbolo). Vedi cod. 1016.
0117	linea	Linea ferroviaria a trazione autonoma		Spessore: 0,35 - Viene rappresentato l'asse dei binari.
0118	linea/ simb	Linea ferroviaria a trazione elettrica		Spessore: 0,35 - Rif. simbolo: S04 - Viene rappresentato l'asse dei binari.

01b *Simbologia - codici di riferimento cartografici*

Codice	Tipo	Descrizione	Rappresentazione complessiva	Disegno e note
0119	linea	Linea ferroviaria in costruzione		Spessore: 0,35 - Tratteggio: 3/1 - Viene rappresentato anche in assenza delle rotaie.
0120	linea	Linea ferrovia-ria in disuso		Spessore: 0,35 - Tratteggio: 3/0,5/0,5 - Viene rappresentato anche in assenza delle rotaie.
0121	linea	Scartamento ridotto Funicolare		Spessore: 0,18 - Tratteggio: 3/0,5/0,5 - Viene rappresentato l'asse dei binari.
0122	linea	Passaggio a livello		Spessore: 0,13.
0123	linea	Piattaforma girevole		Spessore: 0,18.
0124	linea/ simb	Funivia Cabinovia Seggiovia		Spessore: 0,18 - Rif. simbolo: S05 - Viene rappresentato l'asse dell'impianto.
0125	linea/ simb	Sciovia Skilift		Spessore: 0,13 - Rif. simbolo: S06 - Viene rappresentato l'asse dell'impianto.
0126	linea	Molo Pontile Banchina		Spessore: 0,18 - Viene utilizzato anche per individuare le opere artificiali a sostegno della riva. Il rapporto è a misura.
0127	linea	Pista aeroportuale		Spessore: 0,18 - Rappresenta la pista di volo ed i suoi accessi per qualsiasi tipo di copertura (naturale, asfalto, cemento, ecc.).
0128	simb	Faro Fanale	f	Si utilizza per le segnalazioni marittime e aeree.
0129	linea	Scalinata		Spessore: 0,18 - Questo codice csi utilizza per il perimetro e gli eventuali gradini.

02a *Simbologia - codici di riferimento cartografici*

Codice	Tipo	Descrizione	Rappresentazione complessiva	Disegno e note
0201	area	Edificio civile Edificio sociale Edificio amministr.		Spessore: 0,18.
0202	area	Edificio industriale Edificio commerciale Capannone		Spessore: 0,18 - Tratteggio: 2/0,5 - Questo codice comprende tutte le strade a fondo naturale percorribili o non con automezzi in tutte le stagioni.
0203	area	Edificio di culto Campanile		Spessore: 0,18.
0204	area	Edificio in costruzione		Spessore: 0,18.
0205	area	Edificio semidiroccato Rudere		Spessore: 0,18 - Tratteggio: 3/0,5/0,5 - Si utilizza quando sono rimasti i muri perimetrali o parte di essi.

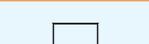
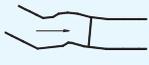
02b *Simbologia - codici di riferimento cartografici*

Codice	Tipo	Descrizione	Rappresentazione complessiva	Disegno e note
0206	area	Corpo aggettante Portico Loggiato		Spessore: 0,18 - Tratteggio: 0,5/0,5 - Siriporta nel caso di distanza, dal lato dell'edificio, superiore a 1 mm grafico.
0207	area	Baracca		Spessore: 0,18.
0108	area	Tettoia Pensilina Lucernaio		Spessore: 0,18 - Si introducono soltanto le costruzioni permanenti.
0209	area	Tendone pressu-rizzato		Spessore: 0,18 - Tratteggio: 2/0,5.
0210	area	Serra stabile		Spessore: 0,18 - Tratteggio: 2/0,5 - Si introducono soltanto le co-struzioni permanenti.
0211	area	Casello Stazione ferroviaria Fermata		Spessore: 0,18.
0212	area/ simb	Centrale elettrica Sottostazione elett. Cabina elettrica		Spessore: 0,18.
0213	simb	Monumento	○ m	
0214	linea	Linea campo sportivo		Spessore: 0,13.
0215	area	Capannone vivaistico		Spessore: 0,18.
0216	area	Stalla Fienile Allevamento		Spessore: 0,18.
0217	simb	Torre Ciminiera	○	Rif. simbolo: S10.
0218	simb	Silos	○	Rif. simbolo: S10.
0219	simb	Croce isolata Tabernacolo		Rif. simbolo: S11.
0220	linea	Gradinata		Spessore: 0,18 - Questo codice si utiliza per il perimetro e gli eventuali gradini.

Ulteriori codici di riepilogo

Codice	Tipo	Descrizione
0222	area	Isolato
0223	area	Complesso ospedaliero
0224	area	Complesso scolastico
0225	area	Complesso sportivo
0226	area	Complesso religioso
0227	area	Complesso sociale
0228	area	Complesso cimiteriale
0229	area	Campeggio - Villaggio turistico
0230	area	Area urbanizzata
0231	simb	Urbanizzato puntuale

03 *Simbologia - codici di riferimento cartografici*

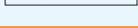
Codice	Tipo	Descrizione	Rappresentazione complessiva	Disegno e note
0301	linea/ simb	Corso d'acqua rappresentabile		Spessore: 0,25 - Rif. simbolo: S13 - Deve rappresentare la situazione al momento della ripresa aerea.
0302	linea/ simb	Corso d'acqua non rappresentabile		Spessore: 0,25 - Rif. simbolo: S13.
0303	linea	Scolina Canaletta irrigua		Spessore: 0,13 - Le scoline o borda strada vengono riportate soltanto se la loro distanza dalla strada è superiore a 0,7 mm grafici.
0304	area	Lago (linea di costa) Isola lacustre Isola fluviale		Spessore: 0,25 - Tratteggio: 3/1 - Deve rappresentare la situazione al momento della ripresa aerea.
0305	area	Mare (linea di costa) Isola		Spessore: 0,25 - Deve rappresentare la situazione al momento della ripresa aerea.
0306	area	Palude Stagno Laguna		Spessore: 0,25 - Trtteggio: 2/0,5 - Deve rappresentare la situazione al momento della ripresa aerea.
0307	linea	Acquedotto interrato		Linea speciale L01. Gli impianti vengono rappresentati soltanto per la rete adduttrice principale.
0308	linea	Acquedotto sopraelevato		Spessore: 0,18 - Linea speciale L02. Gli impianti vengono rappresentati soltanto per la rete adduttrice principale.
0309	area	Manufatti di acquedotto (prese - serbtoi)		Spessore: 0,18 - Si riportano soltanto nel caso di dimensioni superiori a 1 mm grafico.
0310	simb/ area	Fontana Vasca	v	Spessore: 0,18 - Rif. simbolo: S14 - Si usa il simbolo nel caso di dimensioni inferiori a 1 mm grafico.
0311	simb/ area	Piscina	n	Spessore: 0,13 - Rif. simbolo: S15 - Si utilizza il segno ad un filo quando la larghezza è inferiore a 1 mm grafico.
0312	simb	Fonte Sorgente	s	Rif. simbolo: S16.
0313	simb	Pozzo	p	Rif. simbolo: S17.
0314	linea	Cascata Pescaia Briglia		Spessore: 0,25 - Dovranno essere definite le quote a terra a monte ed a valle, in modo da definire il dislivello.
0315	linea	Depuratore		Spessore: 0,18.
0316	linea/ simb	Corso d'acqua sotterraneo		Spessore: 0,18 - Tratteggio: 1/1 - Rif. simbolo: S13 - Ove lo sviluppo non sia intuibile, esso dovrà essere ricavato da planimetrie fornite dall'Amministrazione.
0317	linea	Diga sommità		Spessore: 0,18.
0318	linea	Diga piede		Spessore: 0,18.
0319	linea	Condotta forzata scoperta		Spessore: 0,18 - Si definisca l'asse di ciascuna condotta.
0320	linea	Condotta forzata sotterranea		Spessore: 0,18 - Tratteggio: 1/1 - Si definisca l'asse di ciascuna condotta.
Ulteriori codici di riepilogo				
0321	linea	Arco idrico		
0322	area	Area idrica		

04 *Simbologia - codici di riferimento cartografici*

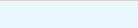
Codice	Tipo	Descrizione	Rappresentazione complessiva	Disegno e note
0401	simb	Palo di linea elettrica Palo di teleferica e altri impianti	○	Rif. simbolo: S10.
0402	simb/ area	Traliccio	⊠ ⊠	Spessore: 0,13 - Rif. campitura: V06 - Rif. simbolo: S18 - Si usa il simbolo nel caso di dimensioni inferiori a 1 mm grafico.
0403	linea	Linea elettrica	— — — — —	Spessore: 0,13 - Tratteggio: 5/1 - Si riportano gli elettrodi con potenza uguale o superiore a 20 kV.
0404	linea	Metanodotto interrato		Linea speciale L03. Si riportano gli elementi della sola rete adduttrice principale.
0405	linea	Metanodotto soprael.		Linea speciale L04. Si riportano gli elementi della sola rete adduttrice principale.
0406	linea	Oleodotto interrato		Linea speciale L05. Si riportano gli elementi della sola rete adduttrice principale.
0407	linea	Oleodotto soprael.		Linea speciale L06. Si riportano gli elementi della sola rete adduttrice principale.
0408	linea	Teleferica per materiali		Linea speciale L07.
Ulteriori codici di riepilogo				
0409	area	Impianto di estraz. - Cava - Torbiera		
0410	area	Impianto di produzione - Centrale elettrica		
0411	area	Impianto di distribuzione - Distributore carburante		
0412	area	Discarica		
0413	area	Rottamaio		

05 *Simbologia - codici di riferimento cartografici*

Codice	Tipo	Descrizione	Rappresentazione complessiva	Disegno e note
0501	linea	Muri divisori		Linea speciale L08. Memorizzare l'entità in modo da lasciare a sinistra la vestizione.
0502	linea	Recinzioni Filo spinato Staccionate Cancelli		Linea speciale L09.
0503	linea	Siepi		Linea speciale L10.
0504	linea	Muri a secco		Linea speciale L11. Memorizzare l'entità in modo da lasciare a sinistra la vestizione.
0505	linea	Bastioni Muri di città		Spessore: 0,18.
0506	linea	Muri di sostegno (testa)		Linea speciale L12. Memorizzare l'entità in modo da lasciare a sinistra la vestizione.
0507	linea	Muri di sostegno (piede)		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 0,5/0,5. Si definisce il piede quando la larghezza in proiezione del muro di sostegno è superiore a 1 mm grafico.

06 *Simbologia - codici di riferimento cartografici*

Codice	Tipo	Descrizione	Rappresentazione complessiva	Disegno e note
0601	linea	Scarpata Calanco (testa)		Linea speciale L13. Memorizzare l'entità in modo da lasciare a sinistra la vestizione.
0602	linea	Scarpata Calanco (piede)		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 0,5/0,5 - Si definisce il piede quando la larghezza in proiezione della scarpata è superiore ad 1 mm grafico.
0603	linea	Argine (testa)		Linea speciale L13. Memorizzare l'entità in modo da lasciare a sinistra la vestizione.
0604	linea	Argine (piede)		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 0,5/0,5 - Si definisce il piede quando la larghezza in proiezione della scarpata è superiore ad 1 mm grafico.
0605	simb/ area	Grotta Ingresso di cava		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 0,5/0,5 - Rif. simbolo: S19 - Si usa il simbolo nel caso di dimensioni inferiori ad 1 mm grafico.
0606	area	Roccia		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 0,5/0,5 - Rif. campitura: V10 - Deve essere memorizzato il perimetro dell'area completo di eventuali aree di esclusione. Le entità interne dovranno essere memorizzate sui rispettivi livelli.
0607	area	Sabbia Ghiaione		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 0,5/0,5 - Rif. campitura: V11 - Deve essere memorizzato il perimetro dell'area completo di eventuali aree di esclusione. Le entità interne dovranno essere memorizzate sui rispettivi livelli.
0608	area	Ghiacciaio Nevaio		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 0,5/0,5 - Rif. campitura: V12 - Deve essere memorizzato il perimetro dell'area completo di eventuali aree di esclusione. Le entità interne dovranno essere memorizzate sui rispettivi livelli.

07a *Simbologia - codici di riferimento cartografici*

Codice	Tipo	Descrizione	Rappresentazione complessiva	Disegno e note
0701	linea	Limite di coltura		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 2/0,5 - Si deve utilizzare per definire il perimetro di un area (o parte di esso) quando tale limite non sia già definito da un altro particolare.
0702	linea	Limite di bosco		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 2/0,5 - Si deve utilizzare per definire il perimetro di un area (o parte di esso) quando tale limite non sia già definito da un altro particolare.
0703	linea	Aiuola verde		Spessore: 0,13 - Tratteggio: 1/0,5 - Si utilizza per tutti i tipi si aiuola verde (spartitraffico, giardini, ecc.).
0704	simb	Albero isolato		Spessore: 0,13 - Rif. simbolo: S10.
0705	linea	Filare di alberi		Linea speciale L14. Nel caso di filari molto vicini si riportano soltanto quelli rappresentabili e comunque quelli estremi.
0706	linea	Filre di vite		Linea speciale L15. Nel caso di filari molto vicini si riportano soltanto quelli rappresentabili e comunque quelli estremi.
0707	linea	Filare di olivo		Linea speciale L16. Nel caso di filari molto vicini si riportano soltanto quelli rappresentabili e comunque quelli estremi.
0708	linea	Filare di frutteto		Linea speciale L17. Nel caso di filari molto vicini si riportano soltanto quelli rappresentabili e comunque quelli estremi.
0710	area	Orto vivaio		Rif. campitura: V13 - Si deve aggiungere il simbolo.
0711	area	Vigneto		Rif. campitura: V13 - Si deve aggiungere il simbolo dell'essenza.

07b *Simbologia - codici di riferimento cartografici*

Codice	Tipo	Descrizione	Rappresentazione complessiva	Disegno e note
0712	area	Oliveto		Rif. campitura: V13 - Si deve aggiungere il simbolo dell'essenza.
0713	area	Frutteto		Rif. campitura: V13 - Si deve aggiungere il simbolo dell'essenza.
0714	area	Bosco Macchia		Rif. campitura: V13 - Si deve aggiungere il simbolo dell'essenza prevalente. Nel caso di cambiamento di essenza prevalente occorre definire una nuova area.
0715	simb	Albero da frutta		Rif. simbolo: S20.
0716	simb	Olivo		Rif. simbolo: S21.
0717	simb	Pietra chilometrica		Rif. simbolo: S22.
0718	simb	Strada asfaltata		Rif. simbolo: S23.
0719	simb	Strada non asfaltata Campestre		Rif. simbolo: S24.
0720	simb	Sentiero Mulattiera		Rif. simbolo: S25.
0721	simb	Strada in costruzione		Rif. simbolo: S26.
0722	simb	Strada in disuso		Rif. simbolo: S27.
0723	simb	Spartitraffico Linea di mezzeria		Rif. simbolo: S28.
0724	simb	Accesso		Rif. simbolo: S29.
0725	simb	Ponte Viadotto		Rif. simbolo: S30.
0726	simb	Ponticello		Rif. simbolo: S31.
0727	simb	Guado		Rif. simbolo: S32.
0728	simb	Passerella pedonale		Rif. simbolo: S33.
0729	simb	Sottopassaggio		Rif. simbolo: S39.

08 *Simbologia - codici di riferimento cartografici*

Codice	Tipo	Descrizione	Rappresentazione complessiva	Disegno e note
0801	linea	Curva direttrice	150	Spessore: 0,25 - Equidistanza curve 25 m/50 m. Rappresentazione con retinatura. Devono essere tracciate al continuo, definendo tratti invisibili sotto gli edifici ed il valore.
0802	linea	Curva ordinaria		Spessore: 0,18 - Equidistanza curve 5 m/10 m. Rappresentazione con retinatura. Devono essere tracciate al continuo, definendo tratti invisibili sotto gli edifici.
0804	simb	Quota del suolo	286.8	Rif. simbolo: S34.

09 *Simbologia - codici di riferimento cartografici*

Codice	Tipo	Descrizione	Rappresentazione complessiva	Disegno e note
0901	linea	Limite di Comune		Spessore: 0,35 - Tratteggio: 0,5/1 - Deve essere memorizzato a partire dalle mappe catastali.
0902	linea	Limite di Provincia		Spessore: 0,35 - Tratteggio: 2/1/0,5 - Deve essere memorizzato a partire dalle mappe catastali.
0903	linea	Limite di Regione		Linea speciale L18. Deve essere memorizzato a partire dalle mappe catastali.
0904	linea	Limite di Stato		Linea speciale L19. Deve essere memorizzato a partire dalle mappe catastali.
0905	area	Limite di zona di censura militare		Spessore: 0,25 - Tratteggio: 3/0,5/0,5 - Non deve essere eseguita la restituzione all'interno di tale area. Nel disegno deve essere lasciata la zona vuota (non si effettuano camuffamenti).
0906	area	Limite di zona cartografica		Deve essere perimetrata la zona cartografata. Nel caso di fogli pieni essa coinciderà con le coordinate dei fogli stessi.
0907	simb	Vertice Trigonometrico IGMI	126093	Rif. simbolo: S35 - Deve essere riportato il numero di catalogo e nella banda laterale si devono inserire le coordinate e le quote di riferimento.
0908	simb	Vertice Trigonometrico Regionale	45	Rif. simbolo: S35 - Deve essere riportato il numero di catalogo e nella banda laterale si devono inserire le coordinate e le quote di riferimento.
0909	simb	Punto d'appoggio Fotografico	164	Rif. simbolo: S36 - Deve essere riportato il numero di catalogo e nella banda laterale si devono inserire le coordinate e le quote di riferimento.
0911	simb	Caposaldo di livellazione	23	Rif. simbolo: S38 - Deve essere riportato il numero di catalogo e nella banda laterale si devono inserire le coordinate e le quote di riferimento.
0912	area	Limite amministrativo		
0913	simb	Riferimento toponomo a margine	4	Rif. simbolo: S40.
0914	lines	Diagonale		Spessore: 0,13 - Diagonale di vestizione dei codici 0207 0208 0209 0402.
0915	simb	Croce di cimitero		Rif. simbolo: S41.

6.5 • Le carte tematiche

La carta geologica *(nel volume a pag. 236)*

La **cartografia geologica** costituisce una tappa fondamentale per la conoscenza del territorio, finalizzata alle attività di programmazione in materia di pianificazione e gestione del suolo e del sottosuolo e costituisce la base per ulteriori elaborazioni cartografiche. La rivoluzione tecnologica dei sistemi informatici offre la possibilità di migliorare la rappresen-

APAT
Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici
Dipartimento Difesa del Suolo
Servizio Geologico d'Italia
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

www.apat.gov.it

tazione cartografica: ne sono un esempio i sistemi 3D, in cui la visualizzazione tridimensionale permette una più immediata e realistica comprensione del territorio. Le attività di rilevamento e gli studi di dettaglio (stratigrafici, strutturali, petrografici, ecc.) permettono di raccogliere una mole di dati che, attraverso una sintesi ragionata, vengono poi rappresentati in carta con appositi colori, grafismi e simboli. *Insieme alla legenda, agli schemi correlati e alle note illustrative, una carta geologica offre un quadro generale della geologia dell'area, fornendo informazioni relative a:*

- **litologia** (composizione, tessitura, struttura), contenuto fossilifero e mineralogico, età, genesi e modalità di messa in posto delle rocce;
- **rapporti geometrici** (stratigrafici e tettonici) dei corpi rocciosi;
- **evoluzione dinamica** indotta, nel tempo e nello spazio, dagli agenti endogeni ed esogeni e dall'attività antropica.

Fig. 6.9 ● *ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.*

Maxiverifica finale

Domande per la verifica orale

1. Che differenza c'è tra la geografia e la cartografia?
2. A quando risalgono le prime carte?
3. Che cosa fece, per la prima volta nella Storia, Eratostene da Cirene?
4. A quali scopi i Romani utilizzavano la cartografia?
5. A quando risale il primo atlante?
6. Quando e in che modo si svilupparono le carte nautiche?
7. Di che cosa è l'acronimo la sigla UTM e quali sono le sue origini?
8. In che cosa consiste il sistema UTM?
9. Che importanza ha avuto nella storia la cosiddetta proiezione cilindrica di Mercatore?
10. Che differenza c'è tra la rotta ortodromica e quella lossodromica?
11. In che cosa consiste il cosiddetto sistema Gauss-Boaga?
12. Che cosa si intende per geoide?
13. Che cosa esprimono rispettivamente la latitudine e la longitudine?
14. Che cosa vuol dire orientare una carta?
15. In che modo è possibile intuire la posizione del nord geografico di giorno e di notte?
16. Che cosa si intende per proiezione geografica?
17. Che differenza c'è tra le proiezioni vere e quelle convenzionali?
18. Che cosa esprime la scala di una carta?
19. Quali sono i criteri di classificazione delle carte?
20. Che cosa si intende per toponimo e come si chiama la scienza che studia questi aspetti della cartografia?
21. Che cosa sono le triangolazioni e come si applicano alla cartografia?
22. Che differenza c'è tra il rilievo planimetrico e quello altimetrico?
23. Che cosa indica la rete geodetica?
24. Qual è l'oggetto di studio dell'aerofotogrammetria e come avviene?
25. Quali sono le principali tecniche di fotogrammetria?
26. Quali sono gli scopi del telerilevamento?
27. Che cosa si intende per GIS?
28. Che cosa sono i SIT?
29. Qual è l'oggetto di studio della geomatica?
30. Che cos'è il GPS e quali sono gli scopi principali?
31. Da che cosa è composto il sistema NAVSTAR GPS?
32. In che modo il principio della triangolazione è utile al funzionamento del GPS?
33. Che differenza c'è tra la cartografia generale e quella tematica?
34. Come si costruisce una carta tematica?
35. Elenca 4 esempi di carta tematica.

Test a risposta multipla

36 La prima carta geografica pare sia stata realizzata da:
- **a.** Anassimandro da Mileto;
- **b.** Eratostene da Cirene;
- **c.** Tolomeo;
- **d.** Marco Polo.

37 I Romani utilizzavano le carte principalmente per finalità:
- **a.** agricole;
- **b.** erariali;
- **c.** militari;
- **d.** di studio.

38 Il vero nome di Mercatore era:
- **a.** Al-Biruni;
- **b.** Frisius;
- **c.** Gerardo Kremer;
- **d.** Johannes Praetorius.

39 Giacomo Cassini realizzò:
- **a.** la prima carta topografica;
- **b.** la prima carta geografica;
- **c.** la prima carta altimetrica;
- **d.** il primo planisfero.

40 Un geoide è:
- **a.** una sfera imperfetta schiacciata all'Equatore e rigonfia ai Poli;
- **b.** una sfera imperfetta schiacciata ai Poli e rigonfia all'Equatore;
- **c.** una sfera perfetta;
- **d.** l'insieme della coordinate geografiche di una mappa.

41 Tra i metodi di orientamento della carte non vi è quello chiamato:
- **a.** del Sole e dell'orologio;
- **b.** della Stella Polare e della Luna;
- **c.** della bussola;
- **d.** della Stella Polare e dell'orologio.

42 La scala di una carta è definita come:
- **a.** il rapporto tra la lunghezza misurata sul terreno e il corrispondente angolo misurato sulla carta;
- **b.** il rapporto tra la lunghezza misurata sulla carta e la corrispondente lunghezza misurata sul terreno;
- **c.** la somma tra la lunghezza misurata sulla carta e la corrispondente lunghezza misurata sul terreno;
- **d.** la sottrazione tra la lunghezza misurata sulla carta e la corrispondente lunghezza misurata sul terreno.

43 Le carte topografiche hanno tipicamente una scala:
- **a.** di 1 : 10.000;
- **b.** compresa tra 1 : 10.000 e 1 : 100.000;
- **c.** di 1 : 50.000.000;
- **d.** compresa tra 1 : 10.000.000 e 1 : 100.000.000

44 Gli oronimi sono riferiti:
- **a.** ai laghi;
- **b.** ai corsi d'acqua;
- **c.** alle regioni;
- **d.** alle montagne.

45 Il metodo della triangolazione si basa su un teorema fondamentale della geometria secondo il quale:
- **a.** un rettangolo è univocamente definito conoscendo tre dei suoi lati;
- **b.** un cerchio è univocamente definito conoscendo i tre lati del triangolo a esso sotteso;
- **c.** un triangolo è univocamente definito conoscendo i suoi tre lati;
- **d.** un triangolo è univocamente definito conoscendo due dei suoi lati.

46 **Se la figura da rilevare con una misurazione planimetrica ha una forma irregolare, è necessario:**
- **a.** suddividerla in triangoli;
- **b.** suddividerla in rettangoli di uguale lato;
- **c.** applicare il metodo della coltellazione;
- **d.** effettuare una misurazione stereoscopica.

47 **I dati vettoriali sono costituiti da:**
- **a.** matrici di celle (pixel);
- **b.** bande del visibile;
- **c.** microonde;
- **d.** punti, linee e poligoni identificati in base alla loro coordinate.

48 **Le operazioni di telerilevamento comprendono la sequenza dei seguenti tre passaggi:**
- **a.** trattamento delle immagini, interpretazione dei fenomeni e acquisizione delle immagini;
- **b.** interpretazione dei fenomeni, trattamento delle immagini e acquisizione delle immagini;
- **c.** acquisizione delle immagini, interpretazione dei fenomeni e trattamento delle immagini;
- **d.** acquisizione delle immagini, trattamento delle immagini e interpretazione dei fenomeni;

49 **L'acronimo CAD sta per:**
- **a.** sistemi di disegno computerizzato;
- **b.** sistemi di misurazione computerizzata;
- **c.** disegno di sistemi computerizzati;
- **d.** strumenti di disegno computerizzato.

50 **L'acronimo GPS sta per:**
- **a.** sistemi di posizionamento terrestre;
- **b.** sistemi computerizzati terrestri;
- **c.** sistemi di posizionamento satellitare;
- **d.** sistemi di posizionamento computerizzati.

51 **La carta clivometrica è un esempio di carta tematica che esprime:**
- **a.** la pendenza topografica;
- **b.** la quantità di acqua presente in un territorio;
- **c.** lo stato della vegetazione di un territorio;
- **d.** i principali parametri chimico-fisici dei un suolo.

Vero o falso?

a. Tolomeo realizzò per primo una mappa del mondo attraverso lo studio di meridiani e paralleli ☐ V ☐ F

b. Il primo atlante d'Italia fu realizzato nel XIX secolo ☐ V ☐ F

c. Eratostene ebbe l'intuizione di un reticolo geografico che fu sviluppato successivamente con l'introduzione delle coordinate geografiche che prendono come punti riferimento i Poli e l'Equatore ☐ V ☐ F

d. Intersecando la Terra con tanti piani perpendicolari all'Equatore e passanti per i Poli e per l'asse di rotazione, si ottengono tante circonferenze di uguale diametro dette paralleli ☐ V ☐ F

e. La conformità di una proiezione geografica prevede che i meridiani e i paralleli si incrocino perpendicolarmente rispettando gli angoli ☐ V ☐ F

f. Le proiezioni prospettiche fanno parte delle proiezioni convenzionali ☐ V ☐ F

g. I planisferi hanno una scala di 1 : 50.000.000 ☐ V ☐ F

h. Le curve di livello, o isoipse, riproducono i punti caratteristici e sono rappresentate da linee che congiungono i punti posti alla stessa latitudine ☐ V ☐ F

i. Il telerilevamento rientra nella fotogrammetria satellitare ☐ V ☐ F

j. Il veicolo di informazione del telerilevamento è l'energia elettromagnetica ☐ V ☐ F

k. Le caratteristiche bande elettromagnetiche dei sensori per il telerilevamento sono: blu per lo stato della vegetazione, verde per la presenza di clorofilla e quindi per il vigore vegetativo, e rosso per le zone scoperte dalla vegetazione ☐ V ☐ F

l. SIT è l'acronimo di Sistema Informatico Terrestre ☐ V ☐ F

m. Il sistema GPS è composto da due parti: i satelliti e il controllo da Terra ☐ V ☐ F

n. Il sistema GPS può essere impiegato, oltre che per il posizionamento di veicoli o persone, anche per misurazioni geodetiche e topografiche ☐ V ☐ F

o. Le carte tematiche rappresentano, su una base cartografica o topografica opportunamente semplificata, esclusivamente fatti e fenomeni di tipo quantitativo ☐ V ☐ F

p. La cartografia generale è stata creata pensando a uno scopo specifico e a un'utenza ben precisa ☐ V ☐ F

q. La legenda e la scala sono elementi fondamentali di una mappa che devono necessariamente essere presenti ☐ V ☐ F

r. La densità grafica è esprime la concentrazione di persone in 1 cm^2 di una mappa ☐ V ☐ F

s. Nelle carte tematiche, la simbologia utilizzata per la rappresentazione è associata all'andamento del fenomeno stesso ☐ V ☐ F

t. La carta di esposizione dei versanti utilizza le curve di livello, le ombreggiature e il tratteggio ☐ V ☐ F

Capitolo 7
I rifiuti e il loro smaltimento

Riepilogo dei concetti chiave

7.1 • Significato di rifiuto
(nel volume a pag. 244)

I **rifiuti** sono costituiti da qualsiasi sostanza od oggetto derivante da attività umana o da cicli naturali, abbandonati o destinati all'abbandono.

I **RSU** sono costituiti dai materiali di scarto provenienti da abitazioni e da altri insediamenti civili.

I **rifiuti speciali** sono residui di lavorazioni industriali, agricole, artigianali, trattamento rifiuti, prodotti ospedalieri e materiali di scavo.

7.2 • Raccolta differenziata
(nel volume a pag. 247)

La **carta** che viene trasformata in rifiuto ammonta a circa 3 milioni di tonnellate ogni anno, rappresentati principalmente da giornali, imballaggi, riviste e cartoni.

I **termovalorizzatori** smaltiscono i rifiuti utilizzandoli come combustibile e producono energia elettrica e calore.

La **raccolta differenziata** tende a intervenire prima che i rifiuti vengano mescolati tra loro, impedendone un corretto riuso.

7.3 • Trattamenti controllati e alternativi
(nel volume a pag. 254)

Le **discariche controllate** sono generalmente situate in luoghi lontani dai centri abitati e in zona baricentrica rispetto al bacino di utenza. È necessario che la zona abbia caratteristiche litologiche adatte al contenimento del percolato prodotto.

Il **biogas** è prodotto dalla fermentazione dei materiali stoccati in discarica. Contiene un'alta percentuale di metano che lo rende idoneo come combustibile naturale.

I **trattamenti alternativi** possono essere attuati in particolare per i rifiuti organici che, sottoposti a un processo di maturazione, si trasformano in compost ricco di carbonio e adatto alla concimazione dei terreni.

7.4 • Società "a rifiuti zero"
(nel volume a pag. 256)

La **riduzione dei rifiuti** è necessaria in quanto nella nostra società si impone un cambiamento dei comportamenti al fine di ridurre i rifiuti prodotti, eliminando i materiali superflui (imballaggi) e adottando il riutilizzo e il riciclo.

In una **società "a rifiuti zero"** si ipotizza che i rifiuti debbano essere pensati come prodotti residui, e non come scarti, o semplicemente come una potenziale risorsa, non quindi come lo sbocco terminale della vita dei beni di consumo.

Le **azioni propedeutiche** sono rappresentate da tutti i comportamenti che predispongono a una drastica riduzione dei rifiuti, per arrivare in un secondo momento all'obiettivo zero.

APPROFONDIMENTI

7.1 • Significato di rifiuto

Link I rifiuti nell'antichità *(nel volume a pag. 244)*

L'uomo preistorico abbandonava nelle grotte i residui ossei dei pasti frammisti ai resti della combustione. Più tardi, negli insediamenti dell'età del Bronzo e dell'età del Ferro, caratterizzati da forme più articolate di vita associativa, i rifiuti venivano gettati negli anfratti naturali o riutilizzati come basi per aree abitative.
Nella Roma Imperiale, il Testaccio (monte dei cocci), una collina alta circa 30 m e con una superficie di circa 20.000 m^2, era interamente formata dagli scarti di anfore provenienti dal vicino porto fluviale di Roma. Nelle antiche città erano presenti ampi areali di riporto di "residuo urbano" variamente costituito da resti di pasti, immondizie e suppellettili domestiche, detriti di rifacimenti murari, resti di coperture di tetti, ceneri e carboni. In generale, le aree periferiche, dislocate all'interno della cinta muraria, erano adibite a discarica "pubblica" per materiali derivati da attività artigianali ed edilizie specializzate.
La necessità di riciclare i rifiuti urbani, esigenza sentita anche nell'antichità, spingeva al ripristino dei fondi stradali periferici con l'apporto periodico di materiale di residuo domestico (calcinacci, tegolame, anfore fratte e vasellame) o derivati da scarichi di attività artigianali. Sono note anche altre forme di riciclaggio come la trasformazione di vasi e anfore, non più utilizzabili per la conservazione degli alimenti, impiegati nelle strutture di drenaggio dei terreni.
Paradossalmente le discariche, piccoli o grandi archivi del passato, costituiscono oggi un importante mezzo di datazione dei depositi archeologici e sono, nel contempo, elementi indicatori del livello economico raggiunto da una società civile, in un determinato momento storico.

Fig. 7.1 • *Il famoso monte dei cocci al Testaccio è costituito da resti di antiche anfore provenienti dal porto fluviale di Roma.*

7.2 • Raccolta differenziata

Link Raccolta differenziata di pile esauste *(nel volume a pag. 248)*

Le pile contengono metalli pesanti, sostanze nocive per l'uomo e l'ambiente, che diventano pericolose quando vengono gettate nei rifiuti generici; la raccolta differenziata ne permette il trattamento specifico e l'inertizzazione. Sulla base dei valori guida per le **acque potabili** si può calcolare che:

- 1 pila allo zinco inquinerà da 5 a 30 m^3 d'acqua;
- 1 pila al cadmio inquinerà da 3000 a 15.000 m^3 d'acqua;
- 1 pila al mercurio inquinerà da 15.000 a 30.000 m^3 d'acqua.

Fortunatamente, non viene sempre liberato tutto questo potere inquinante: esso dipende da numerosi fattori, primo fra tutti le condizioni per la solubilità presenti nel sito in cui le pile vengono abbandonate. Già da 20 anni sono effettuati sistematicamente il **recupero** e il **riciclo delle batterie piombose**, quelle presenti nelle automobili (ma anche in automezzi, trattori, barche e simili): è così possibile estrarre il piombo e riutilizzarlo riducendo gli sprechi.

Tale raccolta è stata realizzata fin da subito con successo: infatti le batterie esaurite vengono abitualmente lasciate agli elettrauto che si occupano di avviarle allo smaltimento e al recupero. Questa fase è affidata al **Cobat**, **Consorzio obbligatorio per le batterie al piombo esauste e i rifiuti piombosi**, ente istituito nel 1988 da una legge nazionale.
Per quanto riguarda tutte le altre batterie che comunemente utilizziamo per calcolatrici e piccoli elettrodome-

Fig. 7.2 • *Le pile contengono metalli pesanti, pertanto vanno raccolte separatamente e opportunamente smaltite.*

stici, sono state collocate in questi anni alcune cassette di raccolta, anche se scarse e poco visibili (pertanto l'iniziativa non ha riscosso molto successo). Del resto, non vigeva alcun obbligo e il recupero veniva effettuato su base volontaria da parte di **Ecoelit, Consorzio nazionale volontario accumulatori ed elettroutensili** (fondato, già tredici anni fa, da importanti aziende di natura internazionale).

Fig. 7.3 ● *Le batterie delle automobili contengono piombo che può essere estratto e riutilizzato.*

Il **d.lgs. n. 188**, datato 20 novembre 2008, ha esteso in Italia l'obbligo di recupero per le pile e gli accumulatori non basati sull'uso di piombo, bensì sull'impiego di altri metalli o composti. Tale decreto recepisce e rende effettiva la direttiva europea 2006/66/CE. In questa categoria sono incluse: le **batterie primarie** (cioè pile) di tipo zinco-carbone, alcalino-manganese, litio, zinco-aria, ossido d'argento; le **batterie secondarie/ricaricabili** (vale a dire accumulatori) al nichel-cadmio, nichel-idruro metallico, ioni e polimeri di litio. In termini pratici, parliamo di tutte le pile usa e getta o ricaricabili, a stilo o bottone, utilizzate per alimentare orologi, giocattoli, calcolatrici, piccoli elettroutensili e apparecchiature elettroniche di consumo.

Come è possibile garantire che tali batterie esaurite siano realmente ed efficacemente raccolte e, quando possibile, riciclate? Il medesimo decreto ha previsto la costituzione di un nuovo ente: si tratta del **Centro di coordinamento pile e accumulatori (CdCPA)**, istituzione senza scopo di lucro fondata il 1 gennaio 2009, con la finalità di rendere agevole la raccolta di pile e accumulatori esauriti e consentire un efficace avviamento di tali materiali di rifiuto verso lo smaltimento.

Quanto impiegano i nostri rifiuti a biodegradarsi
Fazzolettino di carta: **4 settimane**
Giornale: **6 settimane**
Maglia di lana: **10 mesi**
Rivista (periodici): **10 mesi**
Sigaretta (mozzicone): **2 anni**
Chewing-gum: **5 anni**
Barattolo di latta: **50 anni**
Contenitore di polistirolo: **50 anni**
Lattina di alluminio: **100 anni**
Sacchetto di plastica: **500 anni**
Tessuto sintetico: **500 anni**
Bottiglia di plastica: **fino a 1000 anni**
Bottiglia di vetro: **tempo indeterminato**

Smaltimento dei rifiuti *(nel volume a pag. 249)*

Descriviamo di seguito le modalità di smaltimento delle diverse tipologie di rifiuto.

COSA	DOVE
A	
Abiti usati	se in buono stato, **CONTENITORI DELLE ASSOCIAZIONI BENEFICHE**, altrimenti **INDIFFERENZIATO**
Accendini	**INDIFFERENZIATO**
Agende	**RACCOLTA CARTA** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Alberi di natale	se naturali, **SCARTI VEGETALI** e **STAZIONE ECOLOGICA**, se sintetici **STAZIONE ECOLOGICA**
Alimenti (senza imballaggio) e scarti di cibo	**ORGANICO** (dove presente) o **COMPOSTAGGIO DOMESTICO** (se si utilizza)
Alluminio (non imballaggi)	**STAZIONE ECOLOGICA**
Amianto - Cemento (eternit)	rivolgersi al **Servizio Clienti 800.999.500**
Apparecchiature elettriche ed elettroniche - RAEE (es. pc, tv, cellulari, calcolatrici, asciugacapelli, sveglie elettriche, radio, aspirapolvere, scope elettriche, ferri da stiro, boiler, forni, radiatori, ecc)	**STAZIONI ECOLOGICHE** abilitate; per i **RAEE** di grandi dimensioni chiamare il **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Assi da stiro	**STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
B	
Bacinelle e secchi in plastica	**STAZIONE ECOLOGICA**
Barattoli di vernici, solventi, coloranti e altri materiali etichettati con simboli di pericolosità (tossico, nocivo, infiammabile, ecc.)	sono rifiuti pericolosi e vanno conferiti in **STAZIONE ECOLOGICA**
Barattoli per alimenti, lattine e scatolette vuoti e puliti (es. piselli, fagioli, pomodoro, tonno,ecc.)	**RACCOLTA LATTINE** e **STAZIONE ECOLOGICA**

COSA	DOVE
B	
Batterie per auto e moto (accumulatori al piombo)	**STAZIONE ECOLOGICA**
Bicchieri in mais o in bioplastica	**ORGANICO** (dove presente) o **COMPOSTAGGIO DOMESTICO** (se si utilizza)
Bicchieri di plastica	**INDIFFERENZIATO**
Bicchieri di vetro	**RACCOLTA VETRO** (distinguere il colore dove il servizio lo consente) e **STAZIONE ECOLOGICA**
Blister (vuoti) per pastiglie e medicinali	se in alluminio **RACCOLTA LATTINE**; in plastica o più materiali **INDIFFERENZIATO**
Bombolette spray esaurite	**STAZIONE ECOLOGICA**
Bottiglie in plastica vuote e pulite	**RACCOLTA PLASTICA** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Bottiglie in vetro vuote e pulite	**RACCOLTA VETRO** (dividere per colore dove il servizio lo consente) e **STAZIONE ECOLOGICA**
Bucce di frutta e verdura	**ORGANICO** (dove presente) o **COMPOSTAGGIO DOMESTICO** (se si utilizza)
C	
Calze in nylon e **collant**	**INDIFFERENZIATO**
Cancelleria (matite, gomme, penne, colla, ecc.)	**INDIFFERENZIATO**
Capelli	**INDIFFERENZIATO**
Carta e cartone (giornali, riviste, block notes, ecc.)	**RACCOLTA CARTA** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Carta argentata (uova di pasqua, biscotti, ecc)	**INDIFFERENZIATO**
Carta assorbente (es. da cucina)	**ORGANICO** (dove presente)
Carta da forno, **chimica** (es. scontrini), **fotografica** e **sporca**	**INDIFFERENZIATO**
Carta stagnola pulita	**RACCOLTA LATTINE** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Cartoni per bevande poliaccoppiati tipo tetrapak (es. cartoni del latte o di succhi di frutta)	**RACCOLTA CARTA** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Cartone per pizza	se pulito **RACCOLTA CARTA**, se sporco **INDIFFERENZIATO**
Cartelline e **cartelle in plastica portadocumenti**	**INDIFFERENZIATO**
Cartucce per stampanti	**STAZIONE ECOLOGICA**
Casalinghi in plastica	**STAZIONE ECOLOGICA**
Cassette in legno e **cesti in vimini**	**STAZIONE ECOLOGICA**
Cassette in plastica	preferibilmente **STAZIONE ECOLOGICA,** altrimenti **RACCOLTA PLASTICA**
CD, **videocassette**, **DVD** e **floppy disk** (e custodie)	**INDIFFERENZIATO**
Cellulari e **relativi accessori (RAEE)**	quando non sono oggetto di **RACCOLTE DEDICATE**, vanno nelle **STAZIONI ECOLOGICHE** abilitate
Cemento-amianto (eternit)	rivolgersi al **Servizio Clienti 800.999.500**
Ceneri di legna (spente)	**ORGANICO** (dove presente) o **COMPOSTAGGIO DOMESTICO** (se si utilizza)
Ceramica o **terracotta**	**STAZIONE ECOLOGICA**
Cerchioni di pneumatici di auto, moto e biciclette	**STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Cialde in plastica per bevande (caffè, tè, ecc.)	**INDIFFERENZIATO**
Contenitori in plastica per alimenti (vasetti, vaschette, ecc) **solo vuoti e puliti**	**RACCOLTA PLASTICA** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Contenitori di sostanze pericolose	**STAZIONE ECOLOGICA**
Cosmetici vari (mascara, rossetto, cipria, fondotinta, ecc)	**INDIFFERENZIATO**
Cotton-fioc e **batuffoli**	**INDIFFERENZIATO**
Cristalli	**INDIFFERENZIATO**; in caso di grandi dimensioni **STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
D	
Damigiane	**STAZIONE ECOLOGICA**
Dentifricio (tubetto vuoto)	**INDIFFERENZIATO**
Disinfettante	**STAZIONE ECOLOGICA**
Divani e **poltrone**	**STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
E	
Elettrodomestici di grandi dimensioni - RAEE (es. lavatrici, frigoriferi, televisori, condizionatori)	**STAZIONE ECOLOGICA** abilitata o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Elettrodomestici di piccole dimensioni - RAEE (es. frullatori, asciugacapelli, sveglie elettroniche)	**STAZIONE ECOLOGICA** abilitata

COSA	DOVE
E	
Erba, **sfalci**, **foglie**, ecc.	**SCARTI VEGETALI** o **ORGANICO** (in base al servizio presente), o **COMPOSTAGGIO DOMESTICO** (se si utilizza); in caso di grandi quantità **STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Escrementi di animali	**INDIFFERENZIATO**
F	
Farmaci scaduti	**CONTENITORI** presso le **FARMACIE** o **STAZIONE ECOLOGICA**
Fazzoletti di carta (usati)	**ORGANICO** (dove presente)
Ferro e altri metalli	**STAZIONE ECOLOGICA**
Fili e cavi elettrici	**STAZIONE ECOLOGICA**
Filtri olio auto	**STAZIONE ECOLOGICA**
Fiori	se veri **SCARTI VEGETALI** o **ORGANICO** (in base al servizio presente) o **COMPOSTAGGIO DOMESTICO** (se si utilizza); se finti **INDIFFERENZIATO**
Flaconi vuoti e puliti (es. contenitori di detersivi, saponi, ecc)	**RACCOLTA PLASTICA** o **STAZIONE ECOLOGICA**
Fogli di carta	**RACCOLTA CARTA** o **STAZIONE ECOLOGICA**
Fogli in alluminio	**RACCOLTA LATTINE** o **STAZIONE ECOLOGICA**
Fondi di caffè o tè	**ORGANICO** (dove presente) o **COMPOSTAGGIO DOMESTICO** (se si utilizza)
G	
Giocattoli non elettronici	sono oggetto di raccolte specifiche a scopo benefico o comunque riutilizzabili; se non riutilizzabili vanno nell'**INDIFFERENZIATO**
Giornali e **riviste**	**RACCOLTA CARTA** o **STAZIONE ECOLOGICA**
Gomma e **gommapiuma**	**INDIFFERENZIATO**
Grucce appendiabiti	se in metallo **STAZIONE ECOLOGICA,** altrimenti **INDIFFERENZIATO**
Guanti in gomma	**INDIFFERENZIATO**
Gusci d'uovo	**ORGANICO** (dove presente)
Gusci di molluschi (cozze, vongole, ecc)	**ORGANICO** (dove presente)
I	
Incarti (es. caramelle, cioccolatini, dolciumi vari, ecc.)	**INDIFFERENZIATO**
Infissi (senza vetri)	**STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Insetticidi, pesticidi, ecc.	sono rifiuti pericolosi: vanno portati alla **STAZIONE ECOLOGICA**
L	
Lampade	se a incandescenza **INDIFFERENZIATO**, se a risparmio energetico **STAZIONE ECOLOGICA**
Lattine vuote e pulite	**RACCOLTA LATTINE** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Legno	**STAZIONE ECOLOGICA**
Lettiere per animali domestici	**INDIFFERENZIATO**
M	
Macerie da piccoli lavori domestici	**STAZIONE ECOLOGICA**
Materassi	**STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Metalli (mensole, reti, scaffali, ecc.)	**STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Mobilio (divani, reti letto, scaffali, tavoli, ecc)	**STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Mozziconi di sigaretta	**INDIFFERENZIATO**
N	
Nastri per regali	**INDIFFERENZIATO**
Nastro adesivo	**INDIFFERENZIATO**
Neon (RAEE)	sono rifiuti pericolosi: vanno portati alla **STAZIONE ECOLOGICA**
Nylon	**INDIFFERENZIATO**
O	
Occhiali	sono oggetto di raccolte specifiche a scopo benefico o comunque riutilizzabili; se non riutilizzabili vanno nell'**INDIFFERENZIATO**
Oli alimentari (da cucina)	**STAZIONE ECOLOGICA**

COSA	DOVE
O	
Oli minerali (da motore)	**STAZIONE ECOLOGICA**
Ossi	**ORGANICO** (dove presente) o **COMPOSTAGGIO DOMESTICO** (se si utilizza)
P	
Pentole (padelle e tegami)	**STAZIONE ECOLOGICA**
Pannolini, assorbenti, cerotti, garze	**INDIFFERENZIATO**
Peluches	sono oggetto di raccolte specifiche a scopo benefico o comunque riutilizzabili; se non riutilizzabili **INDIFFERENZIATO**
Penne, pennarelli, pennelli	**INDIFFERENZIATO**
Piatti e posate in plastica	**INDIFFERENZIATO**
Piatti in mais o bioplastica	**ORGANICO** (dove presente) o **COMPOSTAGGIO DOMESTICO** (se si utilizza)
Pile e batterie (per sveglie, radio, ecc.)	**CONTENITORI presso gli ESERCIZI COMMERCIALI CONVENZIONATI** o **STAZIONE ECOLOGICA**
Pirofile in pirex	**STAZIONE ECOLOGICA** o **INDIFFERENZIATO**
Pneumatici di biciclette, auto e moto	**STAZIONE ECOLOGICA**
Polistirolo per alimenti, vaschette vuote e pulite	**RACCOLTA PLASTICA** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Polistirolo (da imballaggio, grandi dimensioni)	**STAZIONE ECOLOGICA**
Portauova	se in cartone **RACCOLTA CARTA**, se in plastica **RACCOLTA PLASTICA** in tutti i casi **STAZIONE ECOLOGICA**
Porte e finestre	**STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Posate in metallo	**STAZIONE ECOLOGICA**
Potature di grandi dimensioni	**STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Q	
Quaderni	**RACCOLTA CARTA** e **STAZIONE ECOLOGICA**
R	
Ramaglie	**SCARTI VEGETALI** (dove il servizio è presente); in caso di grandi quantità **STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Rasoi usa e getta	**INDIFFERENZIATO**
S	
Sacchetti per aspirapolvere	**INDIFFERENZIATO**
Sanitari, lavandini, ecc.	**STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Scatolette per animali vuote e pulite	**RACCOLTA LATTINE** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Scope	**STAZIONE ECOLOGICA** o **INDIFFERENZIATO**
Segatura	se pulita **SCARTI VEGETALI** oppure **COMPOSTAGGIO DOMESTICO** (se si utilizza); se sporca **INDIFFERENZIATO**
Siringhe (munite del loro cappuccio)	**INDIFFERENZIATO**
Spazzole, spazzolini da denti e pettini	**INDIFFERENZIATO**
Specchi	**STAZIONE ECOLOGICA** o **INDIFFERENZIATO**
Spugne e stracci	**INDIFFERENZIATO**
Stoviglie di ceramica (cocci)	**STAZIONE ECOLOGICA** o **INDIFFERENZIATO**
Stoviglie di plastica	**INDIFFERENZIATO**
Stuzzicadenti	**INDIFFERENZIATO**
T	
Taniche vuote e pulite	solo **STAZIONE ECOLOGICA**
Tappi in metallo (a corona)	**RACCOLTA LATTINE** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Tappi in sughero	quando non sono oggetto di raccolte dedicate **INDIFFERENZIATO**
Termometri al mercurio	**STAZIONE ECOLOGICA**
Tetrapak e cartoni per bevande poliaccoppiati (es. cartoni del latte)	**RACCOLTA CARTA** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Tovaglie in plastica	**INDIFFERENZIATO**
Tovaglioli di carta	**ORGANICO** (dove il servizio è presente)
U	
Utensili in plastica da cucina	**STAZIONE ECOLOGICA** o **INDIFFERENZIATO**

COSA	DOVE
V	
Valigie, borse da viaggio e zaini	se in buono stato **CONTENITORI DELLE ASSOCIAZIONI BENEFICHE**, altrimenti **INDIFFERENZIATO**
Vaschette in plastica per alimenti solo vuote e pulite	**RACCOLTA PLASTICA** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Vaschette in alluminio per alimenti solo vuote e pulite	**RACCOLTA LATTINE** e **STAZIONE ECOLOGICA**
Vasetti di vetro per alimenti solo vuoti e puliti	**RACCOLTA VETRO** (distinguere il colore dove il servizio lo consente) e **STAZIONE ECOLOGICA**
Vasi di plastica	**STAZIONE ECOLOGICA** o **INDIFFERENZIATO**
Vetri di grandi dimensioni	**STAZIONE ECOLOGICA** o **RITIRO A DOMICILIO** (dove il servizio è attivo)
Z	
Zerbini	**INDIFFERENZIATO**

Il riciclo dei rifiuti *(nel volume a pag. 251)*

Nell'ambito del riciclo, il **CONAI** (Consorzio Nazionale Imballaggi) svolge un ruolo di primo piano. Il consorzio è infatti costituito da un milione e mezzo di imprese con la finalità del recupero e riciclo dei materiali da imballaggio (acciaio, alluminio, carta, legno, plastica e vetro), secondo un principio di **responsabilità condivisa** tra cittadini, comuni e consorzio.
Nel 2010 il recupero complessivo di imballaggi ha raggiunto il 75% di quelli prodotti, con circa 8 milioni di tonnellate recuperate, un risultato incoraggiante nella logica della riduzione dei rifiuti da inviare in discarica o al termovalorizzatore ed eventualmente verso una società a rifiuti zero.
A titolo di esempio ricordiamo che:

- 19.000 barattoli in acciaio sono la quantità necessaria per produrre un'auto;
- 800 lattine di alluminio sono sufficienti per produrre una bicicletta;
- il 90% dei quotidiani italiani è stampato su carta riciclata;
- 4 pallet di legno sono sufficienti per costruire un tavolo, 30 per un armadio;
- con 20 bottiglie di plastica si fa una coperta di pile;
- 7 bottiglie su 10 sono prodotte con vetro riciclato.

Il CONAI ha pubblicato un decalogo per la raccolta differenziata di qualità:

1. SEPARA correttamente gli imballaggi in base al materiale con cui sono fatti e mettili nell'apposito contenitore per la raccolta differenziata. In questo modo si può far rinascere acciaio, alluminio, vetro, carta, plastica e legno.
2. RIDUCI sempre se possibile il volume degli imballaggi.
   SCHIACCIA le lattine e le bottiglie di plastica richiudendole con il tappo.
   COMPRIMI carta e cartone. Se fai questo renderai più efficace il servizio di raccolta differenziata.
3. DIVIDI quando è possibile gli imballaggi composti da più materiali; per esempio plastica e carta o i barattoli di vetro dal tappo di metallo. Se fai questo limiterai le impurità.
4. TOGLI gli scarti e i residui di cibo dagli imballaggi prima di metterli nei contenitori per la raccolta differenziata. In questo modo ridurrai la quantità di materiali che vengono scartati.
5. SAPPI che la carta sporca di cibo, di terra, di sostanze velenose come solventi o vernici, i fazzoletti di carta usati e gli scontrini, non vanno nel contenitore della carta in quanto il loro conferimento peggiora la qualità della raccolta.
6. FAI ATTENZIONE a non mettere nel contenitore del vetro oggetti in ceramica, porcellana, specchi o lampadine. Inserire tali materiali può vanificare i tuoi sforzi perché rovina la raccolta del vetro.
7. RICONOSCI E CONFERISCI correttamente gli imballaggi in alluminio: oltre alle note lattine puoi raccogliere anche le vaschette, le scatolette, i tubetti, le bombolette e il foglio sottile per gli alimenti.
8. RICONOSCI E CONFERISCI correttamente gli imballaggi in acciaio contraddistinti dalle sigle FE e ACC che trovi sui barattoli per conserve, scatole di tonno, lattine e bombolette, fustini e secchielli, tappi a corona o con chiusura a vite.
9. INTRODUCI nel contenitore per la raccolta differenziata della plastica tutte le tipologie di imballaggi, ma fai attenzione a non introdurre giocattoli, vasi, elettrodomestici, articoli per cancelleria e ufficio.
10. RICORDA che se hai imballaggi in legno li puoi conferire alle isole ecologiche comunali.

Fig. 7.4 • *La raccolta differenziata e il riciclo dei materiali che costituiscono o che proteggono i beni di consumo possono risultare un'ottima materia prima per la produzione di altri beni di consumo.*

Questione di etichetta

L'unico modo per capire se la produzione di quel bene è avvenuta secondo criteri di sostenibilità ambientale e sociale è leggere bene tutti gli elementi che abbiamo a disposizione sull'involucro di un prodotto.

Agricoltura Biologica	Il marchio istituito dall'Unione Europea, garantisce che il prodotto derivi da coltivazione o allevamento improntati alla salvaguardia delle risorse naturali e della biodiversità e assicura che i processi produttivi escludano l'utilizzo di Ogm.
Ecolabel	Anch'esso istituito dall'Unione Europea, certifica che un prodotto rispetta l'ambiente lungo tutto il suo ciclo di vita: materie prime, energia e acqua impiegate, emissioni rilasciate nell'ambiente, smaltimento. Lo si può trovare sui prodotti in carta, saponi, detersivi, lampadine ed elettrodomestici.
Stop ai test su animali	Il marchio è uno standard internazionale e attesta l'impegno a non praticare sperimentazione animale sia dei prodotti finiti sia degli ingredienti che li compongono. Riguarda prodotti di igiene personale e cosmetici.
Energy star	È presente sui prodotti alimentati da energia elettrica e ne certifica l'efficienza energetica.
Energy Label	L'etichetta è obbligatoria e riguarda apparecchiature elettriche ed elettroniche. Indica la classe di efficienza energetica e di consumo di energia.
Friend of the sea and Dolphin Safe	Sono i marchi che certificano, rispettivamente, la provenienza del pesce da pesca o allevamento sostenibili (rispettosi cioè del Codice di Condotta per la Pesca Responsabile della FAO) e l'applicazione di sistemi di pesca del tonno che non mettano in pericolo la vita dei delfini.
FSC	Da Forest Stewardship Council, (l'organizzazione governativa internazionale che lo ha definito), garantisce la gestione responsabile e corretta delle foreste dal punto di vista ambientale, sociale ed economico. Si può trovare sui prodotti di origine forestale, quindi legno, ma anche su carta e cellulosa impiegata come materia prima per tovaglioli, fazzoletti, carta igienica e su prodotti non legnosi come miele, resine e sughero.
Fair Trade	È il marchio di garanzia del Commercio Equo e Solidale, una partnership commerciale fondata sul dialogo, la trasparenza e il rispetto che cerca di stabilire una maggiore equità nel mercato internazionale. Può essere apposto su prodotti alimentari, tessili e per l'igiene personale.

7.3 • Trattamenti controllati e alternativi

Link

Percolato *(nel volume a pag. 254)*

Il percolato proveniente dalle discariche controllate è un'acqua di rifiuto complessa e altamente inquinata per i processi biologici, chimici e fisici che hanno luogo all'interno delle discariche, insieme alla composizione dei rifiuti e al regime idrico della discarica (**fig. 7.5**).
In generale, le **caratteristiche quantitative** del percolato sono influenzate da fattori esterni, come l'apporto idrico (meteorico, superficiale, sotterraneo), e da fattori interni, come l'umidità iniziale, la produzione e il consumo di acqua durante la biodegradazione dei rifiuti, e da fattori progettuali come la copertura finale.
Le **caratteristiche qualitative** dipendono invece più strettamente dalla composizione dei rifiuti, in particolare dalla componente organica biodegradabile e dal contenuto di ammonio e metalli.
I meccanismi che regolano il trasferimento di massa dai rifiuti all'acqua percolante, da cui si origina il percolato, posso essere divisi in tre categorie:

- idrolisi e degradazione biologica;
- solubilizzazione di sali;
- lisciviazione.

Il percolato prodotto si deposita sul fondo delle vasche di stoccaggio per gravità, poi è drenato in apposite tubazioni e pompato in cisterne di stoccaggio provvisorio, prima di essere inviato allo stadio di trattamento.

La conoscenza dei principi che regolano il processo di formazione del percolato, nonché lo studio delle sue variazioni quantitative e qualitative, sono di fondamentale importanza non solo per prevedere e controllare gli impatti sul sottosuolo a medio e lungo termine, ma anche per procedere alla scelta ottimale per il trattamento di depurazione *on-site* e per il suo corretto dimensionamento.

Fig. 7.5 • *Il percolato proveniente dalle discariche ha un'altissima carica inquinante.*

Biogas *(nel volume a pag. 254)*

Il biogas è una **miscela di gas** prodotta dalla fermentazione batterica in assenza di ossigeno dei residui organici provenienti da **rifiuti in decomposizione**.
Il biogas, composto prevalentemente da metano (50-80%) e anidride carbonica, è il prodotto finale della degradazione microbica della materia organica in assenza d'aria (**fermentazione anaerobica**), che si verifica all'interno di una discarica, e costituisce una **fonte di energia pulita e rinnovabile**; infatti la CO_2 emessa dalla combustione del biogas (combustione del metano) è la stessa CO_2 fissata precedentemente dalle piante o assunta dagli animali con l'alimentazione. In questo modo il bilancio ambientale si chiude in pareggio.
Quanto descritto non avviene nei combustibili fossili (petrolio, carbone) che immettono nuova CO_2 in atmosfera. Un ulteriore vantaggio ecologico legato all'utilizzo del biogas è quello di impedire la diffusione nella troposfera del metano emesso durante la decomposizione naturale: il metano è infatti uno dei gas-serra più dannosi e, pertanto, la sua degradazione in CO_2 e acqua tramite combustione è sicuramente favorevole.

Nel caso di discariche abusive, il metano si libera in atmosfera in modo incontrollato con grave pericolo per l'ambiente.
Si pensi che 1 t di rifiuti posti in discarica produce fino a 250 m^3 di biogas che vengono captati mediante pozzi verticali posizionati nel corpo della discarica e collegati a un sistema di aspirazione che invia il gas a una centrale di cogenerazione con motori in grado di produrre energia elettrica.

Fig. 7.6 • *Gli impianti di biogas costituiscono una fonte di energia rinnovabile.*

Link

7.4 • Società "a rifiuti zero"

Le regole dei Rifiuti Zero *(nel volume a pag. 256)*

Le 5 regole per arrivare a una società a rifiuti zero

1. Tutto ciò che non si ricicla, riutilizza o può essere avviato a compostaggio va eliminato.
2. Rifiuti Zero vuole dire più lavoro, ogni 15 posti di lavoro creati con il riciclo se ne crea solo uno con inceneritori e discariche (fonte Conai); inoltre la raccolta porta a porta crea altri posti di lavoro.
3. Bruciare costa in quanto gli inceneritori funzionano con incentivi pubblici.
4. Inceneritori e discariche provocano danni economici per i costi sociali, di gestione, ambientali e sanitari.
5. Il vero risparmio energetico, il vero recupero energetico consistono nella raccolta differenziata porta a porta.

Le 5 azioni per arrivare a una società a rifiuti zero

1. Riduzione dei rifiuti.
2. Riduzione degli imballaggi inutili.
3. Vendita dei materiali post-consumo nei negozi del riciclo.
4. Raccolta differenziata porta a porta con tariffa puntuale.
5. Raccolta differenziata fuori casa (in scuole, teatri, in ogni posto, ospedali).

Gli impianti necessari

L'impiantistica non prevede inceneritori o discariche: per creare energia servono impianti di compostaggio e di gestione anaerobica alimentati con gli scarti dell'agricoltura o con scarti organici urbani; con questi materiali è possibile ottenere biogas ricco di metano con cui alimentare, per esempio, tutti i mezzi pubblici.

Maxiverifica finale

Domande per la verifica orale

1. Che cosa si intende per rifiuto?
2. Che cosa sono i rifiuti solidi urbani?
3. Che cosa sono i rifiuti speciali?
4. Indica almeno 5 comportamenti per un corretto smaltimento dei rifiuti.
5. Che cosa si intende per raccolta differenziata?
6. Che cosa si intende per riuso e riciclo?
7. Perché gli imballaggi rappresentano un problema?
8. Che cosa si intende con il termine RAEE?
9. Che cosa sono gli inceneritori?
10. Quando gli inceneritori vengono definiti termovalorizzatori?
11. Indica almeno 3 inquinanti emessi dai termovalorizzatori
12. Che cosa si intende per abbattimento delle polveri?
13. Come è strutturata una discarica controllata?
14. Che cosa si intende per compostaggio?
15. A quali principi si ispira il compostaggio?
16. Come si utilizza il compost?
17. I rifiuti dovrebbero essere pensati come prodotti residui, e non come scarti, o semplicemente come una potenziale risorsa, e non come lo sbocco terminale della vita dei beni di consumo. Che significato ha tale affermazione?
18. È possibile un sistema di smaltimento e, soprattutto, di riutilizzo dei rifiuti, che tenda progressivamente a eliminare del tutto le discariche e gli inceneritori, considerati vere e proprie "bombe ambientali". Sai spiegare le caretteristiche di tale sistema?
19. Perché il primo passo verso l'obiettivo Rifiuti Zero è la separazione alla fonte dei rifiuti?
20. Oggi, in Italia, ogni persona produce circa 1 kg di rifiuti al giorno. Prova a elencare 5 tipi di rifiuto.

Test a risposta multipla

21 I rifiuti:

a. prodotti nelle abitazioni, attività commerciali, industriali, agricole, ecc. vengono suddivisi in quattro categorie: urbani, speciali, tossico-nocivi e radioattivi;

b. prodotti nelle abitazioni, attività commerciali, industriali, agricole, ecc. vengono suddivisi in quattro categorie: urbani, normali, tossico-nocivi e radioattivi;

c. prodotti nelle abitazioni, attività commerciali, industriali, agricole, ecc. vengono suddivisi in quattro categorie: urbani, speciali, tossico-ospedalieri e radioattivi;

d. prodotti nelle abitazioni, attività commerciali, industriali, agricole, ecc. vengono suddivisi in quattro categorie: urbani, speciali, tossico-nocivi e ospedalieri.

22 I rifiuti tossico-nocivi:

a. sono costituiti da sostanze tossiche, presunte tossiche, o da esse contaminate. In questa categoria ricordiamo le batterie per autoveicoli, le pile, i prodotti farmaceutici e quelli contraddistinti con i simboli T, F, C, X;

b. sono costituiti da sostanze tossiche o da esse contaminate. In questa categoria ricordiamo le sportine di plastica, le batterie per autoveicoli, le pile, i prodotti farmaceutici e quelli contraddistinti con i simboli T, F, C, X;

c. sono costituiti da sostanze tossiche o da esse contaminate. In questa categoria ricordiamo le batterie per autoveicoli, le pile, i prodotti farmaceutici e quelli contraddistinti con i simboli T, F, C, X, Z;

d. sono costituiti da sostanze tossiche o da esse contaminate. In questa categoria ricordiamo le batterie per autoveicoli, le pile, i prodotti farmaceutici e quelli contraddistinti con i simboli T, F, C, X.

23 Le società più evolute:

a. non hanno come problema prioritario la produzione di beni, ma il loro smaltimento nel modo più opportuno una volta diventati rifiuti, al fine di salvaguardare l'ambiente;

b. hanno come problema prioritario la produzione di beni e non il loro smaltimento nel modo più opportuno, una volta diventati rifiuti, al fine di salvaguardare l'ambiente;

c. non hanno come problema prioritario la produzione di beni, ma il loro smaltimento una volta diventati rifiuti;

d. non hanno come problema prioritario la produzione di beni, ma il loro smaltimento in discariche pubbliche o private.

24 Oltre alla riutilizzazione per la produzione di nuovi beni:

a. la carta recuperata può essere impiegata in impianti di termovalorizzazione e nella siderurgia come riducente sostitutivo di carbone e petrolio;

b. la plastica recuperata può essere impiegata in impianti di termovalorizzazione e nella produzione di compost;

c. la plastica recuperata può essere impiegata in impianti di termovalorizzazione e nella siderurgia come riducente sostitutivo di carbone e petrolio;

d. la plastica recuperata può essere impiegata in impianti di termovalorizzazione e nella produzione di frazione putrescibile.

25 I rifiuti inerti:

a. provengono dalla demolizione di edifici e non causano un vero e proprio inquinamento, ma degrado ambientale, nel caso non siano correttamente gestiti;

b. provengono dalla demolizione di arredi e non causano un vero e proprio inquinamento, ma degrado ambientale, nel caso non siano correttamente gestiti;

c. non possono essere spostati dalla loro sede, provengono dalla demolizione di edifici e non causano un vero e proprio inquinamento, ma degrado ambientale, nel caso non siano correttamente gestiti;

d. non possono essere spostati dalla loro sede, provengono dalla demolizione di strutture non murarie e non causano un vero e proprio inquinamento, ma degrado ambientale, nel caso non siano correttamente gestiti.

26 Il recupero dell'alluminio:
a. è particolarmente vantaggioso perché la resa del riciclato è del 50%. In Italia, il recupero complessivo degli imballaggi in alluminio è del 52%;
b. è particolarmente vantaggioso perché la resa del riciclato è del 100%. In Italia, il recupero complessivo degli imballaggi in alluminio è del 100%;
c. è particolarmente svantaggioso perché la resa del riciclato è del 10%. In Italia, il recupero complessivo degli imballaggi in alluminio è del 2%;
d. è particolarmente vantaggioso perché la resa del riciclato è del 100%. In Italia, il recupero complessivo degli imballaggi in alluminio è del 52%.

27 Per tecniche di trattamento dei rifiuti:
a. si intendono tutte le attività e i processi di trasformazione che vengono applicati ai materiali in uscita solo dal sistema del consumo e non della produzione, allo scopo di attenuare l'impatto provocato dalla loro collocazione nell'ambiente;
b. si intendono tutte le attività e i processi di trasformazione che vengono applicati ai materiali in uscita dal sistema produttivo o dal sistema del consumo, allo scopo di massimizzare il vantaggio economico;
c. si intendono tutte le attività e i processi di trasformazione di beni utili o non più utilizzati, allo scopo di attenuare l'impatto provocato dalla loro collocazione nell'ambiente;
d. si intendono tutte le attività e i processi di trasformazione che vengono applicati ai materiali in uscita dal sistema produttivo o dal sistema del consumo, allo scopo di attenuare l'impatto provocato dalla loro collocazione nell'ambiente.

28 Il termotrattamento:
a. della carta ha lo scopo di ridurre peso e volume degli stessi attraverso un processo di combustione controllata. Le scorie in uscita equivalgono a circa il 30% in peso e l'8-10% in volume del prodotto in entrata e sono destinate a speciali discariche controllate;
b. dei rifiuti organici ha lo scopo di ridurre peso e volume degli stessi attraverso un processo di combustione controllata. Le scorie in uscita equivalgono a circa il 30% in peso e l'8-10% in volume del prodotto in entrata e sono destinate a speciali discariche controllate;
c. dei rifiuti ha lo scopo di ridurre peso e volume degli stessi attraverso un processo di combustione controllata. Le scorie in uscita equivalgono a circa il 30% in peso e l'8-10% in volume del prodotto in entrata e sono destinate a speciali discariche controllate;
d. dei rifiuti inerti e solidi urbani ha lo scopo di ridurre peso e volume degli stessi attraverso un processo di combustione controllata. Le scorie in uscita equivalgono a circa il 30% in peso e l'8-10% in volume del prodotto in entrata e sono destinate a speciali discariche controllate.

29 L'energia:
a. prodotta da fonti rinnovabili e recuperata dall'incenerimento è molto inferiore a quella necessaria per produrre il bene considerato rifiuto (carta, plastica, ecc.);
b. recuperata dall'incenerimento è superiore a quella necessaria per produrre il bene considerato rifiuto (carta, plastica, ecc.);
c. recuperata dall'incenerimento è pari a quella necessaria per produrre il bene considerato rifiuto (carta, plastica, ecc.);
d. recuperata dall'incenerimento è molto inferiore a quella necessaria per produrre il bene considerato rifiuto (carta, plastica, ecc.).

30 Per ogni tonnellata di rifiuti:
a. riciclata nel termovalorizzatore si producono 6000 m^3 di fumi contenenti numerose sostanze pericolose per la salute;
b. bruciata nella discarica si producono 6000 m^3 di fumi contenenti numerose sostanze pericolose per la salute;
c. bruciata nel termovalorizzatore si producono 6000 m^3 di fumi contenenti numerose sostanze pericolose per la salute;
d. bruciata nel termovalorizzatore si producono 60 m^3 di fumi contenenti numerose sostanze pericolose per la vegetazione.

31 Le discariche controllate:
a. sono realizzate in luoghi lontani dai centri abitati e in zona baricentrica rispetto al bacino di utenza, per ridurre al minimo la movimentazione dei rifiuti;
b. sono realizzate in luoghi prossimi ai centri abitati e in zona baricentrica rispetto al bacino di utenza, per ridurre al minimo la movimentazione dei rifiuti;
c. sono realizzate in luoghi lontani dai centri abitati e in zona remota rispetto al bacino di utenza, per ridurre al minimo la movimentazione dei rifiuti;
d. sono realizzate in luoghi lontani dai centri abitati e in zona baricentrica rispetto all'inceneritore, per ridurre al minimo la movimentazione dei rifiuti.

32 I materiali organici:
a. sono recuperati attraverso un processo biologico controllato, che avviene con l'ausilio di microrganismi;
b. sono trasformati in compost attraverso un processo biologico controllato, che avviene con l'ausilio di energie rinnovabili;
c. sono trasformati in compost attraverso un processo biologico controllato, che avviene con l'ausilio di microrganismi;
d. sono trasformati in compost attraverso un processo biologico controllato, che avviene con l'ausilio di biogas.

Vero o falso?

a. RSU significa rifiuti solidi uniformati ☐ V ☐ F

b. Per rifiuto si intende qualsiasi sostanza, od oggetto, derivante da attività umana o da cicli naturalii, abbandonato o destinato all'abbandono ☐ V ☐ F

c. I rifiuti prodotti nelle abitazioni sono totalmente considerati pericolosi ☐ V ☐ F

d. Le batterie dei veicoli sono considerate rifiuti riciclabili ☐ V ☐ F

e. I rifiuti radioattivi si riconoscono perché sono luminosi al buio ☐ V ☐ F

f. Con la raccolta differenziata si cerca di intervenire subito dopo il rimescolamento dei rifiuti per poter scegliere i materiali da riutilizzare ☐ V ☐ F

g. Le generazioni future dovranno essere educate a consumare meglio e di più per stimolare la produzione industriale ☐ V ☐ F

h. La frazione putrescibile costituita da scarti organici viene utilizzata per la produzione di compost ☐ V ☐ F

i. Il vetro può essere riciclato infinite volte ma dovrebbe essere raccolto per dimensione delle bottiglie ☐ V ☐ F

j. I rifiuti RAEE non possono essere recuperati in alcun modo, vengono pertanto conferiti nell'indifferenziato ☐ V ☐ F

k. Nei termovalorizzatori si produce energia elettrica tramite turbine alimentate con il vapore ☐ V ☐ F

l. Le discariche controllate vengono realizzate in zone con sottosuolo prevalentemente argilloso e quindi poco permeabile ☐ V ☐ F

m. L'inceneritore non rappresenta una soluzione ottimale per il problema rifiuti, se non è affiancato da raccolta differenziata e trattamento separato dei rifiuti organici ☐ V ☐ F

n. La frazione organica rappresenta almeno il 90% dei RSU ☐

o. Negli ultimi decenni i consumi sono cresciuti costantemente portando il sistema di raccolta e smaltimento a una situazione di difficile gestione come è dimostrato dalla situazione di molte città del Sud ☐ V ☐ F

p. La raccolta differenziata della frazione organica permette una diminuzione dei fenomeni di fermentazione dei rifiuti all'interno dei cassonetti di raccolta ☐ V ☐ F

q. È possibile un sistema di smaltimento, e soprattutto di riutilizzo dei rifiuti, che tenda progressivamente ad eliminare del tutto le discariche e gli inceneritori: tale ipotesi è nota come società a Rifiuti Zero ☐ V ☐ F

r. Il primo passo verso l'obiettivo Rifiuti Zero è proprio la separazione alla fonte dei rifiuti, poiché questi si creano mescolando i diversi prodotti ed eliminando così la possibilità di riciclo ☐ V ☐ F

s. Dopo la separazione alla fonte, la posa in discarica è la fase più importante nella strategia Rifiuti Zero ☐ V ☐ F

t. I vantaggi dell'impiego di compost in agricoltura sono molteplici e consistono nell'incremento del contenuto di sostanza organica e quindi nel miglioramento della porosità, della tessitura e del peso specifico del suolo ☐ V ☐ F

Capitolo 8
Atmosfera: risorse e inquinamenti

Riepilogo dei concetti chiave

8.1 • Caratteristiche e inquinanti dell'atmosfera

(nel volume a pag. 262)

L'**atmosfera** consiste in uno strato di vari gas che avvolge la Terra, trattenuto dalla forza di gravità. Le caratteristiche dell'atmosfera cambiano in funzione dell'altitudine.

L'**effetto serra** impedisce la dispersione del calore riflesso dalla superficie terrestre verso gli strati alti dell'atmosfera. È causato da anidride carbonica, metano, CFC, vapore acqueo e altri gas serra.

La **qualità dell'aria** indica gli effetti che le sostanze presenti in atmosfera hanno sull'uomo, sugli animali e sui manufatti. Per valutarla vengono presi in esame i valori dell'ossido di zolfo, ossidi di azoto, monossido di carbonio, ozono e polveri.

8.2 • Indicatori biologici per la qualità dell'aria

(nel volume a pag. 271)

Gli **indicatori biologici** servono a valutare la qualità dell'aria impiegando organismi (animali e vegetali) ritenuti sensibili all'inquinamento atmosferico. Tra questi api, licheni, piante superiori e muschi.

I **licheni** sono vegetali derivati da simbiosi mutualistica tra un fungo e un'alga.

L'**inquinamento urbano** è responsabile di numerosi problemi della salute umana tra cui enfisema polmonare, asma e bronchiti. È necessario un continuo controllo della qualità dell'aria e l'adozione di limitazioni del traffico, controllo sugli scarichi degli impianti di riscaldamento e uso di carburanti meno dannosi.

8.3 • I combustibili alternativi al petrolio

(nel volume a pag. 276)

Negli ultimi anni sono stati messi a punto **combustibili alternativi al petrolio**, tra questi il metano, il gasolio bianco, il biodiesel, il bioetanolo e, anche se in fase sperimentale, l'idrogeno.

L'**idrogeno** è un carburante non inquinante e a bassissimo impatto ambientale. Può essere prodotto dal carbone, dal metano o dall'acqua.

Fuel cells: invece di utilizzare l'idrogeno come combustibile in un motore a scoppio, è possibile impiegarlo per produrre energia elettrica, attraverso un processo inverso a quello dell'elettrolisi.

APPROFONDIMENTI

8.1 • Caratteristiche e inquinanti dell'atmosfera

GPL *(nel volume a pag. 265)*

Considerato da molti una soluzione all'emergenza ambientale (ed economica), il gas liquido di petrolio, da uno studio del CNR, è risultato un carburante "ecologico" poiché immette nell'aria il 99% in meno di ossidi di azoto rispetto al gasolio e il 98% in meno di PM10. Anche rispetto alla benzina i risultati sembrano vincenti: sono assenti il benzene e gli IPA, mentre gli ossidi di azoto sono inferiori del 68%.
Anche le percentuali di zolfo e ossido di carbonio sono basse, mentre sono assenti gli additivi chimici per migliorare le prestazioni (la benzina verde contiene MBTE al posto del piombo). Pur non raggiungendo i risultati "verdi" del metano, che ci libererebbe anche dalla dipendenza dal petrolio, il GPL rappresenta comunque una buona alternativa a benzina e gasolio, i peggiori carburanti esistenti in termini ambientali e di salute pubblica.

Fig. 8.1 • *Il GPL è un carburante ecologico.*

Elettrosmog *(nel volume a pag. 268)*

Le **onde elettromagnetiche** sono il fenomeno fisico con cui l'energia elettromagnetica si trasferisce: il trasferimento può avvenire via etere, oppure attraverso linee di trasmissione.
Le onde sono caratterizzate dai seguenti parametri (**fig. 8.2**):

- l'**ampiezza** si misura in metri e corrisponde alla distanza tra il punto massimo dell'onda e l'asse di propagazione (A);
- la **velocità** si misura in metri al secondo;
- la **lunghezza d'onda** (B) corrisponde alla distanza tra due creste successive;
- la **frequenza** (f) esprime il numero di oscillazioni nell'unità di tempo misurata in cicli o hertz (Hz).

Le onde a **bassa frequenza** hanno lunghezza d'onda pari a 100 km, mentre quelle ad **altissima frequenza** hanno lunghezza d'onda da 1 m a 1 mm.
Ogni qualvolta si produce, trasporta e consuma energia elettrica, si crea un campo elettromagnetico che interferisce con gli organismi viventi che si trovano in sua presenza.
L'interazione corrisponde a un assorbimento di energia variabile in funzione della frequenza:

- campi ad alta frequenza producono sui tessuti assorbimento di energia sotto forma di riscaldamento (cellulari, ripetitori radio e TV);
- campi a bassa frequenza inducono correnti nei tessuti (linee elettriche).

Esistono due tipi di radiazioni: quelle ionizzanti e quelle **non ionizzanti**. Le prime comprendono raggi ultravioletti, raggi X e raggi γ e sono dannose per le cellule in quanto inducono alterazioni nella loro struttura rompendo i legami cellulari.
Le radiazioni non ionizzanti comprendono le radiazioni emesse da elettrodomestici, elettrodotti, impianti radio, radar, tv, telefonia cellulare e impianti elettrici domestici.
Le radiazioni non ionizzanti sono comprese nel *range* di frequenza da 0 a 300 GHz. Queste, secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), non hanno dimostrato scientificamente la loro pericolosità, anche se le conoscenze attuali sembrano confermare possibili danni.

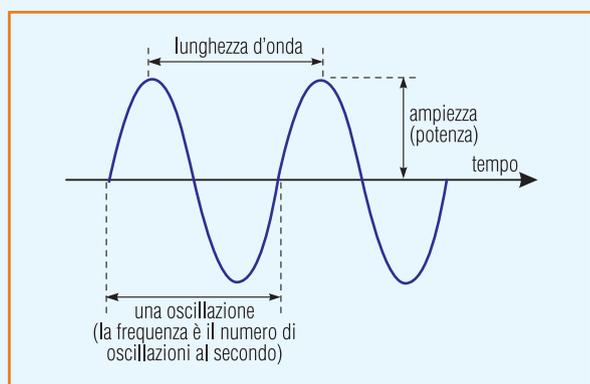



Fig. 8.2 • *Parametri che caratterizzano le onde elettromagnetiche.*

La realtà degli ultimi anni e le numerose denunce presentate (e documentate) indicano che i **disturbi provocati dai campi elettromagnetici** esistono e sono di molteplice gravità: disturbi psicosomatici (stress, angosce, tensioni), innalzamento della temperatura di alcuni organi (cristallino, gonadi) con diminuzione della libido e ipofecondità, incremento dei tumori cerebrali e di leucemie infantili.
Un campo elettrico variabile nel tempo genera, in direzione perpendicolare a se stesso, un campo magnetico pure variabile che, a sua volta, influisce sul campo elettrico stesso. Questi campi concatenati determinano nello spazio la propagazione di un campo elettromagnetico.

Fig. 8.3 • *I ripetitori per i telefoni cellulari emettono radiazioni non ionizzanti particolarmente dannose.*

Sindromi da esposizione a campo elettromagnetico
mal di testa, stanchezza e affaticamento;
perdita di memoria e confusione mentale;
depressione e stati d'ansia;
vampate di calore e arrossamenti cutanei;
cataratta, retinopatie, cancro dell'occhio;
danneggiamento dei nervi del cuoio capelluto;
acufeni (fischi nelle orecchie) e sensazioni di odori;
dolori articolari, spasmi e tremori;
problemi digestivi e ipercolesterolemia;
alterazione dell'attività cerebrale durante il sonno (indice e causa di gravi perturbazioni);
alterazione della barriera ematoencefalica (protezione del cervello da virus, tossine e altri agenti patogeni);
diminuzione dell'emoglobina nel sangue;
depressione del sistema immunitario;
stimolazione dell'asma e delle allergie in genere;
alterazione del sistema endocrino, soprattutto a livello di pancreas, tiroide, ovaie e testicoli.

8.2 • Indicatori biologici per la qualità dell'aria

Link **Moria delle api** *(nel volume a pag. 271)*

Le api sono un **bioindicatore** dello stato dell'ambiente (**fig. 8.4 a**); per questo la moria che si è verificata negli ultimi anni rappresenta un segnale allarmante per l'habitat terrestre. La parziale scomparsa delle api rischia di minacciare l'equilibrio ecologico, in quanto esse rappresentano un elemento fondamentale per l'impollinazione di quasi tutte le specie vegetali e quindi un fattore di grande importanza dell'ecosistema.
Le osservazioni meteorologiche effettuate sugli ultimi 100 anni evidenziano un progressivo **riscaldamento climatico** su scala globale, particolarmente accentuato negli ultimi venti anni.
Tale riscaldamento ha innescato un anticipo della ripresa vegetativa primaverile, una crescita della temperatura dei mari e una progressiva riduzione delle coperture dei ghiacci: tali fenomeni hanno portato all'aumento dei picchi di temperatura nelle stagioni intermedie (aprile e novembre) con un sostanziale restringimento del periodo freddo invernale e un allungamento del periodo attivo di lavoro delle api, ipotizzabile in 20-30 giorni in più all'anno.
Tale "carico di lavoro" sembra essere alla base di un fenomeno di "stress da affaticamento" che potrebbe compromettere la loro salute e portare a un aumento delle morti. A conferma di tale ipotesi si registrano picchi di morti nei mesi di marzo e aprile, proprio in corrispondenza con l'inizio della primavera.
Le modifiche del clima non sarebbero la sola causa della moria, ma innescherebbero una recrudescenza di altri fenomeni biologici, come l'aggressività dei parassiti.
Il caldo precoce stimola infatti le nuove covate a fine inverno, attivando il ciclo di un **acaro parassita** (*Varroa jacobsoni*) che riesce così a completare più cicli biologici rispetto al passato. La *Varroa* parassitizza le api sia allo stato adulto sia come larve e pupe. L'infestazione è rapida, diffusa e attualmente scarsamente controllata con prodotti chimici.
La *Varroa* è un acaro di grosse dimensioni (1,8 mm) con vistosa colorazione rosso-bruna, (**fig. 8.4 b**) sverna come adulto sul corpo delle api operaie e inizia l'attività riproduttiva all'inizio della primavera sulle prime covate.
La lotta alla *Varroa* è stata tentata con diversi prodotti, ma con scarsi risultati (triosaperitadiene, bromopropilato).
Ulteriore causa di moria delle api è rappresentata dai neo-nicotinoidi, **sostanze insetticide** impiegate nella coltivazione del mais e altamente nocive per questi insetti. Infine sembra che le **onde elettromagnetiche** provenienti dalle antenne per telefonia cellulare possano interferire con il senso di orientamento delle api, causandone in certi casi la morte.

Fig. 8.4 • *Apis mellifera (a); Varroa jacobsoni (b) acaro che parassitizza le api sia allo stato adulto, sia come larve e pupe.*

8.3 • I combustibili alternativi al petrolio

Link **Sistema dual fuel: metano nei motori diesel** *(nel volume a pag. 276)*

I produttore di impianti a GPL e metano stanno sviluppando un sistema *dual fuel* per ottenere, per esempio, una doppia alimentazione (60% di gasolio e 40% di metano), in tal modo, viaggiando a regimi motore compresi tra 1200 e 3200 giri/minuto, l'auto si alimenta a metano con netti vantaggi in termini di costi ed emissioni; mentre al di sotto e al di sopra di tale *range* l'auto funziona con la sola alimentazione diesel, garantendo sicurezza dell'avviamento a freddo e stabilità di coppia, a bassi regimi, e buone prestazioni di viaggio e potenza al di sopra dei 3200 giri/minuto.
Questa soluzione, passando dal *mono fuel* al *dual fuel*, e viceversa, dovrebbe consentire di mantenere stabili e invariate la potenza e le prestazioni e allo stesso tempo di ridurre le spese per il carburante e le emissioni inquinanti.

La stima del risparmio economico, tenendo comunque conto che il risparmio è sempre legato allo stile di guida adottato e ai prezzi dei due carburanti, ammonta a una riduzione di almeno un 20% delle spese dal distributore.
Sul fronte dei livelli di inquinamento, considerando anche le norme e restrizioni sulla circolazione in città, si stima una diminuzione del 60% delle emissioni di polveri fini e del15% in meno di CO_2.
Questo sistema potrebbe offrire un'importante opportunità anche ai veicoli commerciali leggeri, visto che la riduzione di particolato potrebbe renderli ecologici almeno quanto i veicoli più moderni con filtro antiparticolato specifico.

Il sistema è già applicato su alcuni prototipi e specifiche motorizzazioni, ma dovrebbe essere poi disponibile universalmente con mappature specifiche per ogni tipo di motore.

Fig. 8.5 • *Gli ingenti problemi causati dalle emissioni di CO_2 potrebbero essere superati attraverso la diffusione e l'utilizzo di carburanti meno inquinanti ed, eventualmente, l'impiego di sistemi dual fuel.*

La bicicletta elettrica *(nel volume a pag. 278)*

La bicicletta elettrica non emette scarichi inquinanti nell'aria, è silenziosissima, si parcheggia ovunque, è conveniente perché con circa 30 centesimi percorre 40 km (i consumi variano in base al motore, alla batteria e al percorso), non si paga bollo e non ha l'obbligo di assicurazione.
Fuori città, per lunghi spostamenti la bicicletta elettrica ha dei limiti sia per quanto riguarda la velocità sia per l'autonomia; bisogna considerare che l'autonomia di un *e-bike* varia dai 20 km dei modelli più modesti ai 60 km delle configurazioni particolari.
Uno svantaggio potrebbe essere il fatto di dover tenere la batteria in carica per alcune ore (dalle 2 alle 6 ore), ma è possibile staccare la batteria dalla bici e ricaricarla con una qualsiasi presa di corrente.
Se si sbaglia modello di bicicletta, percorsi particolarmente impegnativi con salite molto ripide possono rappresentare un ostacolo, nella scelta è infatti fondamentale sapere che genere di utilizzo se ne dovrà fare, e acquistare il modello giusto per le proprie necessità.
Per la **legge italiana**, una bici elettrica è paragonata a una comune bicicletta a patto che:

- **non superi in pianura i 25 km orari;**
- **non disponga di un acceleratore**, il motore deve cioè essere azionato mediante la rotazione dei pedali (per questo si parla di "bici a pedalata assistita): il motore si aziona non appena si muovono i pedali e smette di funzionare quando i pedali sono immobili. Esistono differenti tipi di pedalata assistita e molti motori hanno la possibilità di dosare il tipo di assistenza da dare alla pedalata. In ogni caso, la presenza di un acceleratore rende la *e-bike* un ciclomotore agli occhi del legislatore, ne conseguirebbero pertanto obbligo di bollo, assicurazione, omologazione del mezzo e casco.

Altra caratteristica importante è la potenza del motore che **non deve superare i 250 watt** di potenza. Tuttavia, a parità di watt, i motori non sono tutti uguali, il modello migliore è quello ad alta coppia che, in pianura, senza fare alcuno sforzo consente di raggiungere il massimo consentito dalla legge (25 km orari), mentre in salita riesce a mantenere una velocità di 20 km/h per le salite medie fino ai 14 km orari per quelle ripide.
Queste prestazioni si ottengono abbinando al motore da 250 watt una batteria da 36 volt 10 Ah.

Fig. 8.6 • *La bicicletta elettrica costituisce una valida alternativa all'uso di mezzi di trasporto a carburante.*

Maxiverifica finale

Domande per la verifica orale

1 Perché l'atmosfera rimane attorno alla Terra e non si disperde nello spazio?
2 Che cos'è la stratopausa?
3 A quale altitudine si trova l'esosfera?
4 Quali sono i problemi creati dagli ossidi di azoto?
5 Sono più pericolose le polveri grossolane o quelle fini?
6 Come si forma l'ozono?
7 Perché i CFC rappresentano un pericolo per gli strati alti dell'atmosfera?
8 Il radon, gas naturale, da dove deriva?
9 In che cosa consiste l'effetto serra?
10 Quali danni crea alla salute l'asbesto?
11 A che cosa servono gli indicatori ecologici?
12 Che cosa si intende per misura della biodiversità lichenica?
13 Oltre alle piante indicatrici, abbiamo anche quelle accumulatrici; per quale scopo vengono impiegate?
14 Quali sono le principali specie di piante antinquinamento?
15 Elenca alcuni gas serra, indicando i problemi che creano.
16 Che cosa si intende per desertificazione?
17 Indica le cause e i danni delle piogge acide.
18 Quali sono le principali cause dell'inquinamento urbano?
19 Indica alcuni vantaggi nell'uso di metano, biodisel, bioetanolo e idrogeno.
20 Perché l'impiego dell'idrogeno come carburante è ancora in fase sperimentale?
21 Perché il metano è poco utilizzato?
22 Come si produce l'idrogeno?
23 Quale differenza c'è tra il bioetanolo e il biodiesel?
24 Che cosa si intende per *fuel cells*?

Test a risposta multipla

25 Le raffinerie di petrolio:
a. sono tra le maggiori fonti di emissione di ozono, uno dei principali inquinanti atmosferici;
b. sono tra le maggiori fonti di emissione di asbesto, uno dei principali inquinanti atmosferici;
c. sono tra le maggiori fonti di emissione di catrame, uno dei principali inquinanti atmosferici;
d. sono tra le maggiori fonti di emissione di biossido di zolfo, uno dei principali inquinanti atmosferici.

26 La CO che troviamo nell'aria:
a. proviene dalla combustione dei motori, dagli scarichi industriali, dagli impianti di riscaldamento e dagli inceneritori;
b. proviene dalla combustione dei motori elettrici, dagli scarichi industriali, dagli impianti di riscaldamento e dagli inceneritori;
c. proviene dalla combustione dei motori, dagli scarichi industriali, dagli impianti di condizionamento e dagli inceneritori;
d. proviene dalla combustione dei motori, dagli scarichi industriali, dagli impianti di riscaldamento e dagli impianti eolici.

27 L'azione nociva delle PM:
a. varia in rapporto diretto rispetto alle dimensioni delle particelle e alla quantità di CO presente nell'aria;
b. varia in rapporto inverso rispetto alle dimensioni delle particelle e alla quantità di SO presente nell'aria;
c. varia in rapporto diretto rispetto alle dimensioni delle particelle e alla quantità di umidità presente nell'aria;
d. varia in rapporto inverso rispetto alle dimensioni delle particelle e alla quantità presente nell'aria.

28 L'ozono:
a. è prodotto da reazioni fisiche nell'atmosfera attivate dalle radiazioni solari e colpisce in particolare le aree rurali nei mesi estivi;
b. è prodotto da reazioni chimiche nell'atmosfera attivate dalle radiazioni solari e colpisce in particolare le aree metropolitane nei mesi estivi;
c. è prodotto da reazioni chimiche nell'atmosfera attivate dalle radiazioni solari e colpisce in particolare le aree rurali nei mesi estivi;
d. è prodotto da reazioni biologiche nell'atmosfera attivate dalle radiazioni solari e colpisce in particolare le aree metropolitane nei mesi invernali.

29 Il benzene:
a. contenuto in benzine, amianto, asfalto e fumo di tabacco, rappresenta un'importante fonte di rischio per la salute umana e per l'inquinamento ambientale;
b. contenuto in benzine, asfalto, radon e fumo di tabacco, rappresenta un'importante fonte di rischio per la salute umana e per l'inquinamento indoor;
c. contenuto in benzine, asfalto e fumo di tabacco, rappresenta un'importante fonte di rischio per la salute umana e per l'inquinamento ambientale;
d. contenuto in benzine, telefoni cellulari, asfalto e fumo di tabacco, rappresenta un'importante fonte di rischio per la salute umana e per l'inquinamento indoor.

30 Quando l'aria ristagna:
a. e gli inquinanti permangono a lungo nelle case si verificano reazioni chimiche favorite dall'energia luminosa con produzione di inquinanti secondari e terziari;
b. e gli inquinanti permangono a lungo nell'atmosfera si verificano reazioni chimiche favorite dall'energia luminosa con produzione di inquinanti più pericolosi;
c. e gli inquinanti permangono a lungo nell'atmosfera si verificano reazioni fisiche favorite dall'energia luminosa con produzione di inquinanti secondari;
d. e gli inquinanti permangono a lungo nell'atmosfera si verificano reazioni chimiche favorite dall'energia luminosa con produzione di inquinanti secondari.

31 L'anidride carbonica:
a. insieme ad altri areiformi, quali metano, benzene, idrogeno, CFC, vapore acqueo, impedisce la dispersione verso gli strati alti dell'atmosfera delle radiazioni termiche prodotte dalla superficie terrestre riscaldata dalle radiazioni solari;
b. insieme ad altri areiformi, quali metano, idrogeno, CFC, vapore acqueo, ossigeno, impedisce la dispersione verso gli strati alti dell'atmosfera delle radiazioni termiche prodotte dalla superficie terrestre riscaldata dalle radiazioni solari;
c. insieme ad altri areiformi, quali metano, CFC, vapore acqueo, impedisce la dispersione verso gli strati alti dell'atmosfera delle radiazioni termiche prodotte dalla superficie terrestre riscaldata dalle radiazioni solari;
d. insieme ad altri areiformi, quali metano, CFC, vapore acqueo, impedisce la dispersione verso gli strati alti dell'atmosfera delle radiazioni luminose prodotte dalla superficie terrestre illuminata dalle radiazioni solari.

32 L'idrogeno:
a. è un carburante poco inquinante e a basso impatto ambientale, prodotto a partire dal carbone, petrolio, metano e acqua, con impiego di molta energia;

b. è un carburante non inquinante e a basso impatto ambientale, prodotto a partire dal petrolio, carbone, metano e acqua, con impiego di poca energia;
c. è un carburante non inquinante e a basso impatto ambientale, prodotto a partire dal carbone, metano e acqua, con impiego di pochissima energia;
d. è un carburante non inquinante e a basso impatto ambientale, prodotto a partire dal carbone, metano e acqua, con impiego di molta energia.

33 L'esposizione alle radiofrequenze:
a. può modificare la funzionalità dell'orecchio, interferendo nella comunicazione e nel metabolismo cellulare; può inoltre attivare proto-oncogeni e innescare la produzione di proteine dello stress solo a livelli di esposizione superiori a quelli stabiliti dalle normative vigenti;
b. può modificare la funzionalità della membrana cellulare, interferendo nella comunicazione e nel metabolismo cellulare; può inoltre attivare proto-oncogeni e innescare la produzione di proteine dello stress anche a livelli di esposizione inferiori a quelli stabiliti dalle normative vigenti;
c. può modificare la funzionalità della membrana cellulare, interferendo nella comunicazione e nel metabolismo cellulare; può inoltre attivare proto-oncogeni e innescare la produzione di proteine dello stress solo a livelli di esposizione superiori a quelli stabiliti dalle normative vigenti;
d. non può modificare la funzionalità della membrana cellulare, interferendo nella comunicazione e nel metabolismo cellulare, pertanto è da ritenersi non dannosa.

34 La formaldeide:
a. è contenuta nei legni truciolari e materiali per l'arredamento, è un gas incolore, infiammabile a temperatura ambiente, con odore pungente, e può causare sensazione di bruciore a occhi, naso, polmoni quando è inalato ad alte concentrazioni;
b. è contenuta nei legni truciolari e materiali per l'arredamento, è un liquido incolore, infiammabile a temperatura ambiente, privo di odore, e può causare sensazione di bruciore a occhi, naso, polmoni quando è inalato ad alte concentrazioni;
c. è contenuta nei materiali per l'edilizia, è un gas incolore, infiammabile a temperatura ambiente, con odore pungente, e può causare sensazione di bruciore a occhi, naso, polmoni quando è inalato ad alte concentrazioni;
d. è contenuta nei campi elettromagnetici, è un gas incolore, infiammabile a temperatura ambiente, con odore pungente, e può causare sensazione di bruciore a occhi, naso, polmoni quando è inalato ad alte concentrazioni.

35 I veicoli elettrici:
a. vantano una maggiore efficienza climatica rispetto a quelli con motori a combustione interna;
b. vantano una maggiore efficienza energetica rispetto a quelli con motori a combustione esterna;
c. vantano una maggiore efficienza energetica rispetto a quelli con motori a combustione interna;
d. vantano una minore efficienza energetica rispetto a quelli con motori a combustione interna.

36 Per applicare l'idrogeno all'autotrazione:
a. rimangono da risolvere problemi quali il costo di produzione delle auto, il trasporto, lo stoccaggio, la distribuzione sul territorio e le possibili perdite in atmosfera;
b. rimangono da risolvere problemi quali il costo di produzione, il trasporto, lo stoccaggio, la distribuzione sul territorio, l'eliminazione delle scorie e le possibili perdite in atmosfera;
c. rimangono da risolvere problemi quali il costo di produzione, il trasporto, lo stoccaggio, la distribuzione sul territorio, l'eliminazione delle scorie, lo smaltimento dei reflui e le possibili perdite in atmosfera;
d. rimangono da risolvere problemi quali il costo di produzione, il trasporto, lo stoccaggio, la distribuzione sul territorio e le possibili perdite in atmosfera.

Vero o falso?

a. Le principali fonti di emissione del biossido di zolfo sono rappresentate dagli impianti di riscaldamento, dalle raffinerie e dagli scarichi dei veicoli ☐ V ☐ F
b. Il monossido di carbonio deriva dalla combustione incompleta ☐ V ☐ F
c. La lacerazione dello strato di ozono non è causata solo dai CFC, ma anche da fenomeni attribuibili all'industria automobilistica ☐ V ☐ F
d. L'ammoniaca deriva dalla decomposizione di sostanze organiche, ha azione tossica ed effetto letale alle alte concentrazioni ☐ V ☐ F
e. Gli IPA si formano durante la combustione di carbone, petrolio, gas e rifiuti ☐ V ☐ F
f. La qualità dell'aria viene giudicata in base alla presenza di alcuni inquinanti tra cui il radon ☐ V ☐ F
g. L'effetto serra può indurre desertificazione nelle zone artiche ☐ V ☐ F
h. La riduzione dei ghiacci interessa circa il 30% del territorio nazionale ☐ V ☐ F
i. Il metano è il carburante più ecologico tra quelli derivati dal petrolio ☐ V ☐ F
j. Le principali cause delle piogge acide sono da ricondursi alle alte concentrazioni di azoto e zolfo in atmosfera ☐ V ☐ F
k. Il biodisel deriva da colture oleaginose e viene miscelato con gasolio tradizionale ☐ V ☐ F
l. La produzione di bioetanolo rappresenta una delle cause di innalzamento mondiale del prezzo dei cereali ☐ V ☐ F
m. L'idrogeno è presente in atmosfera in quantità estremamente elevate ☐ V ☐ F
n. L'idrogeno può essere prodotto dal metano, dal carbone e dall'acqua impiegando poca energia ☐ V ☐ F
o. È possibile utilizzare l'idrogeno per produrre energia elettrica in grado di alimentare motori di auto ☐ V ☐ F
p. Esistono rischi connessi con l'uso dei telefoni cellulari ☐ V ☐ F
q. I campi magnetici rappresentano un rischio remoto per la salute ☐ V ☐ F
r. Api, licheni, muschi e alcune piante superiori possono essere utilizzati come bioindicatori ☐ V ☐ F
s. Le piante indicatrici reagiscono alla presenza di specifici inquinanti dell'aria ☐ V ☐ F
t. Le piante accumulatrici hanno la capacità di assorbire sostanze inquinanti solo se superano determinate soglie minime ☐ V ☐ F

Capitolo 9
Acqua e suolo: risorse e inquinamenti

Riepilogo dei concetti chiave

9.1 • La risorsa acqua
(nel volume a pag. 282)

L'**importanza dell'acqua per l'uomo** risiede nel fatto che l'acqua è sempre stata considerata la fonte della vita, per questo tutte le grandi civiltà del passato sono sorte attorno a grandi fiumi, a partire da quella egizia e dalla assiro-babilonese.

La vita sul pianeta dipende dall'**acqua sulla Terra** ed è strettamente legata alla sua disponibilità; l'acquaè disponibile a fini potabili solo per lo 0,006%.

Il **ciclo dell'acqua** (o **ciclo idrologico**) descrive l'esistenza e i movimenti di tutte le masse di acqua presenti sulla Terra.

9.2 • L'acqua e l'uomo
(nel volume a pag. 284)

Il **consumo nazionale di acqua** è di circa 60 miliardi di metri cubi all'anno (dato OCSE) e risulta tra i più alti nel mondo.

L'**approvvigionamento** è realizzato con prelievi da acque meteoriche, fluviali, lacustri, marine e sotterranee.

La **potabilizzazione** consiste in una serie di trattamenti chimici, fisici e biologici che conferiscono all'acqua caratteristiche idonee al consumo.

9.3 • Inquinamento delle acque *(nel volume a pag. 287)*

L'**inquinamento delle acque** è una modificazione sfavorevole dovuta, completamente o parzialmente, all'attività antropica, con interventi diretti o indiretti, e conseguenti alterazioni delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche.

L'**eutrofizzazione** è un fenomeno che deriva da un'abnorme proliferazione algale, carenza di ossigeno, impoverimento delle risorse ittiche e degrado complessivo della qualità dell'acqua.

L'**inquinamento termico** è provocato dalle acque di raffreddamento delle centrali idroelettriche e nucleari, scaricate nei corsi d'acqua a una temperatura superiore a quella di prelievo.

9.4 • La depurazione delle acque reflue
(nel volume a pag. 290)

La **depurazione** è il processo che riproduce e amplifica ciò che avviene in natura, attraverso trattamenti successivi di tipo fisico, chimico e biologico.

La **fitodepurazione** consiste in un trattamento secondario dei reflui provenienti da trattamento primario e viene svolto da piante con sviluppo radicale vigoroso. L'azione depurativa è esercitata da batteri biodegradatori che colonizzano gli apparati radicali.

Gli **impianti individuali** di depurazione sono costituiti da pozzetti degrassatori, fosse Imhoff, pozzetti di cacciata e condotte disperdenti.

9.5 • La qualità delle acque
(nel volume a pag. 295)

Il **BOD** indica la quantità di ossigeno, espressa in mg/l, consumata dai microrganismi aerobi per degradare la sostanza organica contenuta in un campione di acqua.

Il **COD** permette di calcolare la quantità di sostanza organica biodegradabile e non presente nell'acqua in rapporto alla presenza di un ossidante (bicromato di potassio).

I **macroinvertebrati bentonici** sono organismi con dimensione superiore a 1 mm che vivono a contatto con il fondo dei corsi d'acqua.

9.6 • Le acque sotterranee

(nel volume a pag. 306)

Le **acque sotterranee** sono immagazzinate in corpi rocciosi permeabili, con sottostanti rocce impermeabili che funzionano da substrato. Le rocce permettono il deflusso delle falde dando luogo ad acquiferi.

La **sorgente** è un flusso naturale di acqua che fuoriesce dal terreno. Le sorgenti possono essere calde o fredde a seconda che siano di origine sotterranea o meteorica.

Il **pozzo** è uno scavo circolare nel terreno per approvvigionarsi di acqua. I pozzi sono freatici quando non sono in pressione; artesiani quando lo strato superiore è impermeabile e l'acqua risulta in pressione.

La **cartografia idrologica** rappresenta in modo sintetico le principali informazioni idrogeologiche di un determinato territorio.

Le **carte tematiche** forniscono informazioni idrodinamiche e idrogeologiche di particolare interesse.

9.7 • Inquinamento dei suoli

(nel volume a pag. 310)

L'**inquinamento del suolo** è un fenomeno di alterazione dell'equilibrio chimico, fisico e biologico, dovuto all'attività antropica. In generale si sviluppa a carico della soluzione circolante e della frazione minerale del terreno con gravi squilibri per la pedofauna.

La **bonifica integrale** è un insieme di interventi mirati al recupero del terreno inquinato e al ripristino delle attività agricole, edili e ricreative.

Al fine di analizzare le caratteristiche di un terreno è necessario seguire determinate procedure. Le **tecniche di campionamento** prevedono che il campione sia prelevato in maniera tale da mantenere inalterate le proprie caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche fino al momento dell'analisi. Il campione deve inoltre essere conservato in modo tale da evitare modificazioni dei suoi componenti e delle caratteristiche da valutare.

APPROFONDIMENTI

9.1 • La risorsa acqua

Link

Acque sotterranee *(nel volume a pag. 283)*

Con il termine "acque sotterranee" si intendono le acque che si trovano al di sotto della superficie terrestre.
Queste acque sono immagazzinate in corpi rocciosi permeabili definiti **rocce serbatoio**, limitati inferiormente da rocce impermeabili (argille, marne, limi, ecc.) con funzione di substrato.
Le rocce che costituiscono il serbatoio possono essere **permeabili per porosità** (sabbie, ghiaie, ecc.) e/o **per fratturazione** (calcari, arenarie, basalti, ecc.). Le acque sotterranee immagazzinate all'interno delle rocce serbatoio costituiscono le falde idriche sotterranee.
Le rocce serbatoio che permettono un deflusso significativo delle falde idriche danno luogo agli **acquiferi**. Esistono **acquiferi a falda libera**, quando il livello dell'acqua può avere fluttuazioni libere all'interno della roccia serbatoio, e **acquiferi a falda imprigionata** quando il limite superiore dell'acquifero è costituito da rocce impermeabili che condizionano la pressione dell'acqua al suo interno.
Le acque sotterranee rappresentano circa lo 0,35% dell'acqua della Terra e la loro quantità è circa 20 volte maggiore del totale delle acque superficiali. Esse sono di fondamentale importanza, in quanto rappresentano per l'uomo **la più grande riserva di acqua potabile** poiché, rispetto alle acque superficiali, tendono a essere meno contaminate dagli scarichi e dai microrganismi patogeni.

Le acque sotterranee possono raggiungere la superficie terrestre attraverso le sorgenti o essere raggiunte attraverso pozzi (**fig. 9.1**) e, se presenti a elevate profondità, possono rimanere indisturbate da effetti antropici per migliaia di anni.

Fig. 9.1 • *I pozzi raggiungono le acque sotterranee e le portano in superficie.*

La maggior parte delle falde acquifere che si trova a profondità minori entra a far parte del ciclo idrologico; ciò avviene sia attraverso le sorgenti sia attraverso gli scambi con i corsi d'acqua superficiali.

Utilizzazione delle falde

L'acqua sotterranea contenuta negli acquiferi è sfruttata sia da Enti pubblici o privati che la distribuiscono alla popolazione attraverso la rete degli acquedotti sia dai singoli privati per usi individuali.
Per essere utilizzate con sicurezza, le **acque sotterranee vengono monitorate** con i seguenti obiettivi:

- conoscenza delle falde esistenti;
- consistenza delle falde;
- protezione delle acque vulnerabili;
- controllo di eventuali stati di contaminazione degli acquiferi.

Lo stato della qualità ambientale dei corpi idrici sotterranei è definito in base alla qualità e quantità di alcuni parametri chimici previsti dal **d.lgs. 152/1999** che definisce **cinque gradi di stato ambientale**:

- **stato elevato**: impatto antropico nullo o trascurabile;
- **stato buono**: impatto antropico ridotto;
- **stato sufficiente**: impatto antropico ridotto sulla quantità con effetti significativi sulla qualità;
- **stato scadente**: impatto antropico rilevante;
- **stato naturale particolare**: limitazioni d'uso per caratteri chimici naturali.

Per procedere a tale classificazione dei corpi idrici si prendono in considerazione **sette macrodescrittori**:

- conducibilità elettrica;
- cloruri;
- manganese;
- ferro;
- nitrati;
- solfati;
- ione ammonio.

A questi parametri di base si aggiungono **altri controlli** con parametri secondari: alluminio, antimoro, argento, arsenico, bario, cianuri, cromo, nitriti, piombo e rame, oltre a pesticidi, benzene, cloruro di vinile, IPA, ecc.
Se confrontiamo i problemi cui vanno incontro le **acque superfiali** e le **acque freatiche**, vediamo che le freatiche sono più sicure e affidabili per gli usi umani rispetto alle acque superficiali in quanto più esposte a tutte le fonti inquinanti.
Al contrario, le acque superficiali hanno maggiori capacità di autodepurazione in quanto le freatiche hanno scarsa flora microbica in grado di digerire le sostanze organiche, minore quantità di ossigeno, nessuna luce solare e alcuna possibilità di perdere in atmosfera gli inquinanti.

Relativamente al **sovrasfruttamento** delle falde nelle zone costiere, è importante ricordare che quando i prelievi sono superiori alla ricarica naturale il livello dell'acqua può scendere drasticamente compromettendo la riserva per intrusione di acque saline.
Inoltre i prelievi eccessivi possono provocare il fenomeno della **subsidenza**, che consiste nell'abbassamento di una porzione della superficie terrestre causato dallo svuotamento di una riserva idrica sotterranea (**fig. 9.2**).

Fig. 9.2 ● *Il grave problema del graduale affondamento di Venezia è causato dall'innalzamento del livello del mare (eustatismo) e dall'abbassamento del suolo (subsidenza), ma è anche intensificato dai fattori antropici.*

Autodepurazione delle falde

I meccanismi che determinano l'autodepurazione delle acque di falda sono i seguenti:

- **meccanismi fisici**: quello principale è la diluizione, che permette di ridurre la pericolosità della sostanza, accompagnata dalla sedimentazione naturale per gravità;
- **meccanismi chimici**: agiscono attraverso la demolizione naturale delle sostanze, accelerata dal calore e favorita dal corpo solido dell'acquifero (per esempio argilla);
- **meccanismi biologici**: la biodegradazione operata dai microrganismi rappresenta un filtro naturale in grado di neutralizzare agenti patogeni presenti nella falda.

9.2 • L'ACQUA E L'UOMO

Link Carta europea dell'acqua *(nel volume a pag. 284)*

1) Non c'è vita senza acqua. L'acqua è un bene prezioso, indispensabile a tutte le attività umane.

2) Le disponibilità di acqua dolce non sono inesauribili. È indispensabile preservarle, controllarle e, se possibile, accrescerle.

3) Alterare la qualità dell'acqua significa nuocere alla vita dell'uomo e degli altri esseri viventi che da lui dipendono.

4) La qualità dell'acqua deve essere tale da soddisfare tutte le esigenze delle utilizzazioni previste, ma deve soprattutto soddisfare le esigenze della salute pubblica.

5) Quando l'acqua, dopo essere stata utilizzata, è restituita al suo ambiente naturale, essa non deve compromettere i possibili usi, tanto pubblici che privati che in questo ambiente potranno essere fatti.

6) La conservazione di una copertura vegetale appropriata, di preferenza forestale, è essenziale per la conservazione delle risorse idriche.

7) Le risorse idriche devono formare oggetto di inventario.

8) La buona gestione dell'acqua deve formare oggetto di un piano stabilito dalle autorità competenti.

9) La salvaguardia dell'acqua implica uno sforzo importante di ricerca scientifica, di formazione di specialisti e di informazione pubblica.

10) L'acqua è un patrimonio comune, il cui valore deve essere riconosciuto da tutti.

11) La gestione delle risorse idriche dovrebbe essere inquadrata nel bacino naturale piuttosto che entro frontiere amministrative e politiche.

12) L'acqua non ha frontiere. Essa ha una risorsa comune, che necessita di una cooperazione internazionale. (promulgata a Strasburgo il 6 Maggio 1968 dal Consiglio d'Europa).

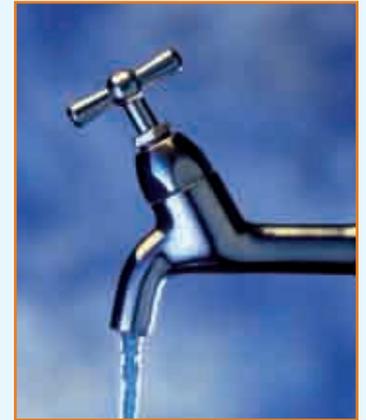



Fig. 9.3 • L'acqua è un bene prezioso che non va sprecato.

9.3 • INQUINAMENTO DELLE ACQUE

Link Inquinamento biodegradabile *(nel volume a pag. 287)*

Si dice **biodegradabile** una sostanza capace di decomporsi in molecole semplici (acqua, anidride carbonica, ossidi di azoto, ossidi di carbonio) per azione di microrganismi presenti nelle acque e nel suolo.
Il processo di **autedepurazione** delle acque comprende la demolizione delle sostanze organiche a opera di **batteri aerobi** che utilizzano ossigeno molecolare, di **batteri denitrificanti** che riducono NO_3^- a N_2 e di **solfobatteri** che riducono SO_4^- a H_2S.

Fig. 9.4 • *Raccolta di un campione di acqua di un fiume da analizzare.*

9.4 • LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE

Link Depuratore di acque reflue urbane *(nel volume a pag. 290)*

Un impianto di depurazione è essenzialmente una "macchina" che riceve acque reflue urbane, le tratta opportunamente e le scarica, una volta purificate nel rispetto dei limiti parametrici di legge, in un corpo idrico ricettore.

Il depuratore è costituito da una serie di componenti, ciascuno fondamentale e indispensabile per il funzionamento complessivo (vedi schema). Un depuratore, piccolo o grande che sia, dovrebbe essere in grado di effettuare tutti i trattamenti essenziali, naturalmente dimensionati

a seconda della potenzialità di progetto e tenendo conto della vulnerabilità del sistema idrografico interessato.
Specialmente negli impianti piccoli e medi, alcune fasi rappresentate sono ancora mancanti o, se esistono, sono notevolmente sottodimensionate per ridurre i costi di costruzione o, più frequentemente, perché si ritiene, a torto, che le piccole portate richiedano trattamenti più semplici e contenuti.

GRIGLIATURA GROSSOLANA — Luce tra le barre di 3,5 cm - Serve per trattenere materiali grossolani (stracci, carte, barattoli, ecc.) che potrebbero intasare le pompe

SOLLEVAMENTO — Pozzetto dotato di varie pompe (più alcune di riserva) che, comandate da un sistema di interruttori di livello, entrano in funzione in serie per rendere più costante possibile il flusso e sollevarlo al punto più alto

GRIGLIATURA FINE — Luce massima tra le barre di 0,5 cm - Serve per trattenere gli oggetti più minuti (come bottoni, cotton-fioc, ecc.), ma spesso più dannosi per il funzionamento delle pompe

DENITRIFICAZIONE — In questa vasca, non aerata, viene fatta ricircolare la torbida ricca di nitrati provenienti dalla ossidazione assieme al ricircolo dei fanghi. Qui, a opera di batteri denitrificanti eterotrofi, avviene la denitrificazione a N_2 gassosa

OSSIDAZIONE 1 DENITRIFICAZIONE — Vasca a fanghi attivati aerata in cui viene metabolizzato da parte dei batteri il carbonio organico e ossidata l'ammoniaca a nitrato

Ricircoli del fango e della torbida aerata

DECANTAZIONE SECONDARIA — Il fango biologico in cui è stato trasformato tutto il carico inquinante è lasciato in quiete. La parte solida, la biomassa, sedimenta e il liquido depurato e limpido sfiora. Subisce quindi un ultimo trattamento di disinfezione e viene scaricato

DISINFEZIONE → SCARICO

ISPESSITORE → DIGESTIONE → ISPESSITORE — Il fango prodotto deve essere ancora trattato. Previa concentrazione in ispessitore, passa al trattamento di digestione, che può essere aerobico o anaerobico, e che elimina tutte le sostanze fermentescibili e putrescibili con produzione di CO_2 e metano

DISIDRATAZIONE PER DRENAGGIO — Così trattato, il fango è stabilizzato ed è ridotto a un terriccio marrone scuro mediante ispessimento e disidratazione meccanica per nastropressatura.
Il prodotto finale è un soffice terriccio che viene utilizzato per fare composti per agricoltura e floricoltura

9.5 • La qualità delle acque

BOD *(nel volume a pag. 295)*

È l'acronimo di *Biochemical Oxygen Demand* e indica la quantità di ossigeno espressa in mg/l consumata dai microrganismi aerobi per degradare la sostanza organica biodegradabile contenuta in un campione di acqua.
Un elevato valore di BOD indica notevole concentrazione di materiali organici.

COD *(nel volume a pag. 295)*

È l'acronimo di *Chemical Oxygen Demand* e indica la quantità di ossigeno espressa in mg/l necessaria per ossidare la sostanza organica (biodegradabile e non) presente in un campione di acqua. Questo parametro è largamente usato per misurare l'inquinamento degli scarichi industriali e domestici.
La flora batterica presente nelle acque naturali utilizza l'ossigeno contenuto e metabolizza le impurità organiche trasformandole in acqua e anidride carbonica.
È quindi possibile giudicare il carico inquinante determinando la quantità di ossigeno che viene sottratta.

I **limiti** del COD sono:

- l'impossibilità di distinguere tra materia biologicamente ossidabile e materia biologicamente inerte;
- l'impossibilità di fornire indicazioni sulla velocità con cui è ossidabile la materia biologicamente inerte.

Il **vantaggio** del COD è che la determinazione può essere effettuata in 3 ore invece dei 5 giorni necessari per il BOD.

Analisi chimica e biologica delle acque

I fattori che vengono analizzati in questo contesto sono i seguenti.

- **Aspetto, odore, colore e sapore**: l'acqua infatti deve essere incolore, inodore, insapore, limpida e trasparente.
- **pH**: deve essere compreso tra 6,5 e 8,5 e varia per la presenza di sali e idrossidi.
- **Temperatura**: più è alta la temperatura dell'acqua, minore è la capacità di ossigenazione della stessa; inoltre l'alta temperatura stimola il consumo di ossigeno da parte della flora aerobica.

È possibile individuare un rapporto tra la temperatura dell'acqua e la quantità di ossigeno disciolto (OD) espresso in mg/l. I batteri aerobi presenti nell'acqua utilizzano l'ossigeno per degradare i materiali inquinanti di origine organica, facendo così diminuire la percentuale di ossigeno disciolto. Se il corso d'acqua è poco profondo, ma tumultuoso (**fig. 9.5**), viene favorita l'ossigenazione naturale per rimescolamento e la cessione di anidride carbonica all'atmosfera; al contrario, nel caso di acque profonde e poco fluenti, sono impediti il ricambio e l'ossigenazione.

- **Richiesta biologica di ossigeno – BOD, espresso in mg/l** (*Biological Oxigen Demand*): rappresenta la quantità di ossigeno espressa in mg/l consumata dai microrganismi aerobi per degradare la sostanza organica contenuta in un campione di acqua. Un elevato valore di BOD indica una notevole concentrazione di materiali organici. L'analisi viene svolta in 5 giorni in quanto è stato rilevato che già al 5° giorno il campione ha consumato i 2/3 del totale.
- **Richiesta chimica di ossigeno – COD, espresso in mg/l** (*Chemical Oxygen Demand*): permette di calcolare la quantità di sostanza organica biodegradabile e non presente nell'acqua in rapporto alla quantità di un ossidante forte (bicromato di potassio). Il COD è usato per misurare la forza inquinante degli scarichi industriali e domestici nel caso in cui le sostanze organiche presenti siano completamente biodegradabili, cioè si verifichi il rapporto COD/BOD = 1. Valori attorno a 2 indicano un buon livello di biodegradabilità, mentre valori superiori evidenziano una qualità dell'acqua peggiore.
- **Durezza**: è data dalla presenza di bicarbonati di calcio e magnesio:

$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

$$Mg(HCO_3)_2 \longrightarrow MgCO_3 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

Con il riscaldamento la CO_2 evapora facendo precipitare i carbonati.

È inoltre necessario analizzare la presenza dei seguenti composti ed elementi:

- **ammoniaca (NH_4)** – indica inquinamento recente o in atto e provoca la proliferazione di batteri che sono causa del gusto sgradevole e della corrosione delle canalizzazioni;
- **nitriti (NO_2)** – indicano inquinamento recente;
- **nitrati (NO_3)** – indicano inquinamenti di vecchia data;
- **fosfati (P_2O_5)** – derivano da infiltrazioni di acque sporche, percolamento di terreni concimati, presenza di detergenti;
- **solfati (SO_4)** – sono indice di inquinamenti di vecchia data;
- **cloruri (Cl)** – indicano un inquinamento simile a quello dei nitrati;
- **arsenico** – indica un inquinamento da scarichi industriali;
- **piombo** – significa che si è verificato un rilascio da vecchie tubazioni in piombo o scarico di vernici;
- **selenio** – è indice di cause naturali o scarichi industriali;
- **cromo/cadmio/mercurio/cianuri** – indicano inquinamento di origine industriale;
- **pesticidi** – indicano un inquinamento di origine agricola;
- **idrocarburi** – sono indice di perdite di prodotti petroliferi o scarichi industriali.

Fig. 9.5 • *Nei corsi d'acqua tumultuosi sono favorite l'ossigenazione naturale per rimescolamento e la cessione di anidride carbonica all'atmosfera; pertanto gli organismi aerobi presenti nell'acqua utilizzano l'ossigeno per degradare i materiali inquinanti di origine organica.*

Si effettuano anche:

- **analisi biologica tramite indicatori biologici sensibili agli inquinanti;**
- **analisi batteriologica in cui viene misurata la presenza di coliformi totali, coliformi fecali e streptococchi, in quanto rappresentano un buon indicatore di contaminazione.**

Tabella 9.1 • *Valori indicativi di* BOD_5.

BOD_5 mg/l	Giudizio acqua
1	molto pulita
2	pulita
3	poco pulita
4	dubbia
5	inquinata
>5	molto inquinata

9.6 • Le acque sotterranee

Link **Potabilizzazione** *(nel volume a pag. 308)*

I processi di potabilizzazione consistono in una serie di trattamenti chimici, fisici e biologici che conferiscono all'acqua proprietà indispensabili per il consumo domestico. I processi sono descritti di seguito:

- **captazione**: le acque vengono prelevate dalla fonte di alimentazione (fiume) e condotte all'impianto tramite una canaletta di adduzione;
- **grigliatura**: a monte dell'impianto di captazione sono poste griglie con maglie di diversa densità per intercettare materiali solidi come ciottoli, legno, foglie;
- **presedimentazione**: l'acqua grezza viene avviata, a bassa velocità, in vasche per eliminare per sedimentazione sabbia e limo. I materiali depositati sul fondo vengono raccolti tramite raschiafango e direttamente inviati alla linea di trattamento fanghi;
- **sollevamento**: l'acqua viene sollevata tramite pompe o viti di Archimede e inviata alla preozonizzazione.
- **preozonizzazione**: l'acqua viene inviata in vasche coperte e miscelata ad aria arricchita di ozono per una prima fase di disinfezione (eliminazione microrganismi) e ossidazione;
- **chiariflocculazione**: i materiali colloidali presenti sono eliminati con reagenti (cloruro di alluminio e alginato sodico) che agiscono sulla struttura chimica e sulla carica elettrostatica delle particelle facendole coagulare e poi sedimentare. In vasche coniche si completa il processo chimico-fisico che fa addensare e precipitare, sotto forma di fiocchi, i colloidi coagulati. Oltre ai reattivi indicati si aggiunge microsabbia (∅ 20-100 μ) per aumentare la superficie di reazione e ottenere un effetto zavorra sui fiocchi. Il materiale raccolto sul fondo viene inviato alla linea fanghi, mentre l'acqua trattata passa alla linea successiva;
- **filtrazione a sabbia**: l'acqua viene inviata a un letto di sabbia quarzifera spessa 1-2 m per eliminare i residui della chiariflocculazione. Il letto di sabbia viene lavato periodicamente in controcorrente;
- **ozonizzazione**: il trattamento con ozono azzera il rischio di infezioni;
- **clorazione di copertura**: l'acqua prodotta viene inviata a vasche di accumulo e trattata con biossido di cloro per una completa sterilizzazione. Oltre al biossido di cloro (ClO_2) viene usato ipoclorito di sodio (NaClO) e cloro gassoso;
- **linea fanghi**: i fanghi provenienti dalle diverse fasi vengono ispessiti e disidratati tramite presse che separano la fase liquida da quella solida: la prima viene reimmessa in testa all'impianto, la seconda è avviata in discarica speciale.

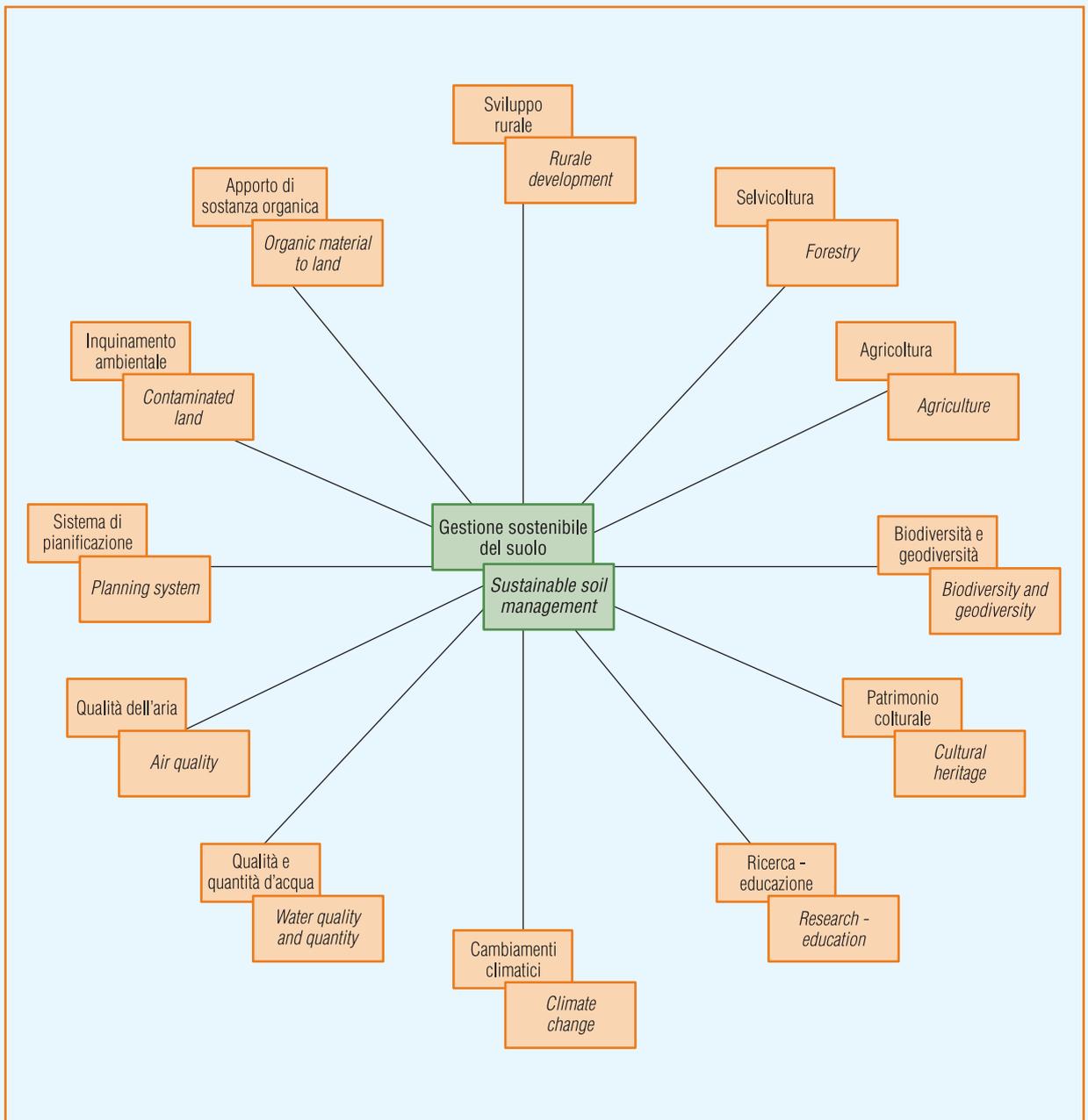
9.7 • L'inquinamento dei suoli

Link **La protezione del suolo** *(nel volume a pag. 313)*

L'importanza della protezione del suolo viene oggi riconosciuta non solo a livello nazionale, ma anche nell'ambito dell'Unione Europea e a livello mondiale.
Al summit di **Rio de Janeiro** (nel 1992), fu elaborata una serie di dichiarazioni riguardanti la protezione del suolo; in seguito, nella **Convenzione delle Nazioni Unite per Combattere la Desertificazione** (1994), si stabilì la necessità di prevenire e ridurre il degrado del territorio, riabilitare i terreni degradati e quelli affetti da processi di desertificazione.
Nel 2001 la **Strategia per lo Sviluppo Sostenibile dell'Unione Europea** e il **6° Programma Comunitario di Azione Ambientale** sancirono l'obiettivo di proteggere il suolo dall'erosione e dall'inquinamento evidenziando che la **diminuzione della fertilità** è alla base della riduzione di produttività di molte aree agricole in Europa.
Nel 2002, la difesa del suolo è stata oggetto di ulteriore attenzione da parte della Commissione Europea che ha adottato la Comunicazione "*Verso una Strategia*

Tematica per la Protezione del Suolo", in cui al suolo viene riconosciuto lo svolgimento di molte funzioni vitali dal punto di vista ambientale, quali la produzione di biomassa, lo stoccaggio e la trasformazione di elementi minerali, organici e di energia, il filtro per la protezione delle acque sotterranee e lo scambio di gas con l'atmosfera.
Inoltre, il suolo rappresenta il supporto alla vita e agli ecosistemi, e costituisce una inestimabile riserva di patrimonio genetico e di materie prime; in altre parole, il suolo può essere considerato il **custode della memoria storica**, nonché l'**elemento essenziale del paesaggio**.
Nel 2003 la Commissione ha dato il via allo sviluppo della **Strategia Tematica per la Protezione del Suolo** (STS - *Soil Thematic Strategy*), attraverso l'istituzione di Gruppi Tecnici di Lavoro per l'elaborazione di raccomandazioni sulle diverse tematiche/minacce individuate.

Principali azioni di tutela del suolo

Le principali azioni di tutela nei confronti delle attività antropiche e dell'ambiente sono:
- mantenimento delle falde acquifere minacciate da eccessivo sfruttamento;
- disponibilità di ingenti masse di acque superficiali;
- azione di regimazione delle acque superficiali in caso di piogge intense e prolungate;
- tutela nei confronti dell'erosione e stabilizzazione costiera;
- regolazione del microclima;
- azione di sedimentazione di materiali organici e inorganici;
- azione di fitodepurazione da parte delle piante acquatiche;
- abbattimento dei nutrienti presenti in eccesso;
- sequestro di anidride carbonica dall'atmosfera.

Maxiverifica finale

Domande per la verifica orale

1 Quali sono le principali fonti di approvvigionamento di acqua nel mondo?

2 Quanta acqua viene consumata al giorno da ogni abitante nei Paesi sviluppati?

3 Per quale motivo l'acqua viene potabilizzata prima di essere immessa in rete?

4 Che cosa si intende per autodepurazione delle acque?

5 Che cosa si intende per eutrofizzazione?

6 Spiega le cause dell'inquinamento termico delle acque.

7 Schematizza le fasi di un impianto collettivo di depurazione.

8 Che cosa sono i fanghi attivi?

9 Nelle analisi delle acque vengono considerati numerosi parametri: spiega il significato di BOD, COD, durezza e analisi biologica.

10 Che differenza c'è tra un pozzo artesiano e un pozzo freatico?

11 Schematizza un impianto individuale di depurazione per dispersione.

12 A che cosa servono le fosse Imhoff?

13 Descrivi un impianto di fitodepurazione.

14 Quali sono le principali cause di inquinamento del suolo?

15 Come vengono utilizzati i macroinvertebrati bentonici?

16 Di che cosa tratta la "Carta europea dell'acqua"?

17 Perché le grandi civiltà del passato e le città sono nate vicino a fiumi?

18 Quale uso dell'acqua è prevalente in Italia?

19 L'acqua viene utilizzata per produrre energia?

20 Come viene utilizzata l'acqua in agricoltura?

Test a risposta multipla

21 **La scarsità di acqua:**

a. sta diventando un problema sempre più grave poiché 1/3 della popolazione mondiale vive in Paesi considerati a emergenza idrica;

b. sta diventando un problema sempre più grave poiché 1/6 della popolazione mondiale vive in Paesi considerati a emergenza idrica;

c. sta diventando un problema sempre più grave poiché 1/3 della popolazione mondiale vive in Paesi considerati a emergenza climatica;

d. non è più un problema grave poiché solo 1/3 della popolazione mondiale vive in Paesi considerati a emergenza idrica.

22 **L'inquinamento:**

a. è una modificazione favorevole di un ambiente naturale dovuta ad attività antropiche e naturali con alterazioni delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'acqua, dei flussi di energia, della struttura e varietà delle associazioni viventi;

b. è una modificazione sfavorevole di un ambiente naturale dovuta ad attività naturali con alterazioni delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'acqua, dei flussi di energia, della struttura e varietà delle associazioni viventi;

c. è una modificazione sfavorevole di un ambiente naturale dovuta ad attività antropiche con alterazioni delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'acqua, dei flussi di energia, della struttura e varietà delle associazioni umane;

d. è una modificazione sfavorevole di un ambiente naturale dovuta ad attività antropiche con alterazioni delle caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche dell'acqua, dei flussi di energia, della struttura e varietà delle associazioni viventi.

23 **Gli scarichi urbani:**

a. rappresentano una fonte di inquinamento idrico che può causare eutrofizzazione e alterazioni fisiche, chimiche e biologiche delle acque, se non si procede con la potabilizzazione;

b. rappresentano una fonte di inquinamento idrico che può causare eutrofizzazione e alterazioni fisiche, chimiche e biologiche delle acque;

c. rappresentano una fonte di inquinamento idrico che può causare eutrofizzazione termica e alterazioni fisiche, chimiche e biologiche delle acque;

d. rappresentano una fonte incontrollabile di inquinamento idrico che può causare eutrofizzazione e alterazioni fisiche, chimiche e biologiche delle acque.

24 **L'eutrofizzazione:**

a. è un fenomeno che deriva dall'inquinamento dei corpi idrici confinati con scarso ricambio e forte apporto di azoto e fosforo e ossigeno, con abnorme sviluppo algale;

b. è un fenomeno che deriva dall'inquinamento dei corpi idrici con scarso ricambio e forte apporto di azoto e fosforo, con abnorme sviluppo ittico;

c. è un fenomeno che deriva dall'inquinamento dei corpi idrici con scarso ricambio e forte apporto di idrogeno, azoto e fosforo, con abnorme sviluppo algale e ittico;

d. è un fenomeno che deriva dall'inquinamento dei corpi idrici con scarso ricambio e forte apporto di azoto e fosforo, con abnorme sviluppo algale.

25 **I fanghi attivi:**

a. sono costituiti da una miscela contenente almeno 500 g/l di microrganismi, principalmente protozoi ciliati e metazoi, che si nutrono della sostanza organica presente nelle acque reflue;

b. sono costituiti da una miscela contenente almeno 5 g/l di microrganismi, principalmente protozoi ciliati e metazoi, che si nutrono della sostanza organica presente nelle acque reflue;

c. sono costituiti da una miscela contenente almeno 5 g/l di microrganismi, principalmente macroinvertebrati, che si nutrono della sostanza organica presente nelle acque reflue;

d. sono costituiti da una miscela contenente almeno 15 g/l di microrganismi, principalmente protozoi ciliati e metazoi, che si nutrono dell'humus presente nelle acque reflue.

26 La digestione anaerobica dei fanghi:

a. si sviluppa grazie alla proprietà dei batteri anaerobi di attaccare la sostanza organica producendo una miscela gassosa detta biogas;

b. si sviluppa grazie alla proprietà dei batteri aerobi di attaccare la sostanza organica producendo una miscela gassosa detta biogas;

c. si sviluppa grazie alla proprietà dei batteri anaerobi di attaccare la sostanza organica producendo una miscela gassosa detta humus;

d. si sviluppa grazie alla proprietà dei batteri aerobi di attaccare la sostanza organica producendo una miscela gassosa detta biogas metanico.

27 La fitodepurazione:

a. attua processi depurativi delle acque reflue, con decomposizione della sostanza organica e del radon, riduzione ad azoto nitrico, assorbimento del fosforo e complessiva riqualificazione dell'acqua:

b. attua processi depurativi delle acque potabili, con decomposizione della sostanza organica, riduzione ad azoto nitrico, assorbimento del fosforo e complessiva riqualificazione dell'acqua:

c. attua processi depurativi delle acque reflue, con decomposizione della sostanza organica, riduzione ad azoto nitrico, assorbimento del fosforo e complessiva riqualificazione dell'acqua che può essere reimmessa subito nel ciclo potabile:

d. attua processi depurativi delle acque reflue, con decomposizione della sostanza organica, riduzione ad azoto nitrico, assorbimento del fosforo e complessiva riqualificazione dell'acqua.

28 La qualità delle acque valutata tramite l'IBE:

a. si basa sia sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici, sia sulla diversità biologica presente nella comunità dei macroinvertebrati bentonici rilevata con il calcolo delle unità sistematiche presenti nel campione analizzato;

b. si basa sia sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi di piante, sia sulla diversità biologica presente nella comunità dei macroinvertebrati bentonici rilevata con il calcolo delle unità sistematiche presenti nel campione analizzato;

c. si basa sia sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi di vegetali superiori, sia sulla diversità biologica presente nella comunità dei macroinvertebrati bentonici rilevata con il calcolo delle unità sistematiche presenti nel campione analizzato;

d. si basa sia sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici, sia sulla diversità biologica presente nella comunità dei microinvertebrati bentonici rilevata con il calcolo delle unità sistematiche presenti nel campione analizzato.

29 Causa dell'inquinamento del suolo:

a. è la presenza di rifiuti solidi urbani, la cui produzione globale può essere stimata oggi in Italia intorno a 400 milioni di tonnellate, cui si devono aggiungere quelli industriali e quelli agricoli;

b. è la presenza di rifiuti solidi urbani, la cui produzione globale può essere stimata oggi in Italia intorno a 41 milioni di tonnellate, cui si devono aggiungere le acque reflue;

c. è la presenza di rifiuti solidi urbani, la cui produzione globale può essere stimata oggi intorno a 41 milioni di tonnellate per abitante, cui si devono aggiungere quelli industriali e quelli agricoli;

d. è la presenza di rifiuti solidi urbani, la cui produzione globale può essere stimata oggi in Italia intorno a 41 milioni di tonnellate, cui si devono aggiungere quelli industriali e quelli agricoli.

30 In Italia l'acqua viene utilizzata in prevalenza:

a. per produrre energia;
b. per l'uso in cucina;
c. per l'uso agricolo;
d. per il lavaggio degli autoveicoli.

31 Per "acqua virtuale" si intende:

a. l'acqua che ogni persona dovrebbe bere al giorno;
b. l'acqua usata per fabbricare un prodotto;
c. l'acqua contenuta nei ghiacciai della Terra;
d. l'acqua che va persa nelle condutture mal funzionanti.

32 L'O.M.S. ha diffuso delle linee guida sull'acqua per i Governi al fine di:

a. migliorare la qualità dell'acqua potabile;
b. aumentare la disponibilità di acqua potabile;
c. migliorare l'uso dell'acqua in agricoltura;
d. razionalizzare la distribuzione dell'acqua.

33 In Italia, il consumo dell'acqua per uso civile è in prevalenza:

a. per finalità alimentari;
b. caratterizzato da perdite per le condutture obsolete;
c. per il lavaggio;
d. per altri scopi.

34 Le dighe costruite sui grandi fiumi:

a. apportano benefici all'ambiente;
b. non influenzano l'ambiente ma comportano solo il beneficio della produzione elettrica;
c. sono negative per l'ambiente;
d. causano alterazioni all'ambiente circostante.

Vero o falso?

a. Di tutta l'acqua del pianeta, solo il 2,4% è acqua dolce ☐ V ☐ F

b. L'inquinamento biodegradabile è affrontato direttamente dalle acque tramite l'autodepurazione ☐ V ☐ F

c. La presenza di inquinanti non biodegradabili è indicata dal pH ☐ V ☐ F

d. L'inquinamento radiattivo è causato dalla presenza di MBTE superiore al 5% ☐ V ☐ F

e. Gli impianti individuali di depurazione domestica sono provvisti di pozzetto degrassatore ☐ V ☐ F

f. Le acque reflue devono essere depurate artificialmente prima di essere reimmesse nella rete idrica di acqua potabile ☐ V ☐ F

g. Negli impianti di depurazione il processo di denitrificazione serve a eliminare l'azoto presente nelle acque reflue ☐ V ☐ F

h. Il limite superiore della falda è detto superficie freatica ☐ V ☐ F

i. La sorgente è un flusso naturale di acqua che fuoriesce dal terreno per caratteristiche naturali ☐ V ☐ F

j. Il pozzo è uno scavo praticato allo scopo di approvvigionarsi di acqua ☐ V ☐ F

k. Le falde aperte hanno lo strato superiore impermeabile e risultano prive di rischi di contaminazione ☐ V ☐ F

l. In un pozzo artesiano le acque sotterranee arrivano direttamente in superficie senza alcun ausilio meccanico in quanto sono in pressione ☐ V ☐ F

m. La carta idrogeologica rappresenta in modo schematico tutte le informazioni idrogeologiche e idrologiche di un certo territorio ☐ V ☐ F

n. L'inquinamento del suolo è meno conosciuto ed emotivamente sentito rispetto a quelli di aria e acqua, in quanto non ha effetti immediati sull'uomo come l'inquinamento atmosferico ed è meno evidente di quello delle acque dovuto a scarichi fognari, industriali o agricoli ☐ V ☐ F

o. Un sito viene definito potenzialmente inquinato quando, a causa di specifiche attività antropiche, sono presenti sostanze contaminanti in concentrazioni tali da determinare un pericolo per la salute o per l'ambiente ☐ V ☐ F

p. L'acqua potabile è un bene in quantità limitata ☐ V ☐ F

q. In Italia l'uso prevalente dell'acqua è l'industriale ☐ V ☐ F

r. L'Italia ha un consumo di acqua *pro capite* tra i più bassi d'Europa ☐ V ☐ F

s. Il consumo di acqua per produrre 1 kg di carne è basso ☐ V ☐ F

t. L'acqua viene utilizzata per produrre energia elettrica ☐ V ☐ F

Capitolo 10 Le fonti energetiche

Riepilogo dei concetti chiave

10.1 • Fonti energetiche tradizionali

(nel volume a pag. 320)

I **fabbisogni energetici** in Italia ammontano a circa 185 Mtep (milioni di tonnellate equivalenti petrolio) di energia comprendendo diverse fonti primarie.

Le **fonti tradizionali** sono fonti primarie esauribili costituite da petrolio grezzo, gas naturale, carbone, materiali fissili.

Il **petrolio** contribuisce con circail 40% al fabbisogno mondiale di energia collocandosi al primo posto tra le fonti primarie di energia, seguito da carbone (27%) e gas naturale (23%).

10.2 • Fonti di energia rinnovabili

(nel volume a pag. 326)

Le **fonti di energia rinnovabili** (FER) sono in larga parte derivanti dall'energia solare, generatrice di quasi tutta l'energia nel nostro sistema solare.

La **convenienza energetica** indica quante unità di energia vengono prodotte per una unità di energia spesa. Nel calcolo si sommano tutti i capitoli di spesa dell'investimento e si confrontano ai ricavi.

Le **biomasse** sono una fonte primaria con una potenzialità globale tale da soddisfare non solo i fabbisogni energetici ma anche l'approvvigionamento di materie prime per vari prodotti industriali, edili e alimentari.

10.3 • Sviluppo sostenibile

(nel volume a pag. 336)

Lo **sviluppo sostenibile** è uno sviluppo che garantisce i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri.

La **sostenibilità sociale** è la capacità di garantire condizioni di benessere umano (sicurezza, salute, istruzione) equamente distribuite per classi e per genere.

Gli **indicatori di sostenibilità** sono di tipo ambientale, economico e sociale. Tali dimensioni sono strettamente correlate tra loro da una molteplicità di connessioni e, pertanto, non devono essere considerate come elementi indipendenti, ma devono essere analizzate in una visione sistemica.

APPROFONDIMENTI

10.1 • Fonti energetiche tradizionali

Il fabbisogno di energia: il caso della Cina *(nel volume a pag. 322)*

La Cina, che oggi è il Paese più attivo sul mercato mondiale dell'energia, potrebbe riavviare quanto prima il suo ambizioso programma di potenziamento nucleare, momentaneamente sospeso dopo l'incidente di Fukushima, che prevede l'installazione di 400 gigawatt di potenza entro il 2050.

Non dobbiamo meravigliarci di questo fatto in quanto la posizione di Pechino sulla spinosa questione è da tempo chiara: terminate le ispezioni ai 12 reattori attualmente in funzione, il programma nucleare sarebbe ripartito a patto, ovviamente, di garantire che i siti esistenti e in via di costruzione siano realizzati secondo i massimi

standard di sicurezza (cioè essere in grado di resistere a stress analoghi a quelli provocati in Giappone dal terremoto e dal successivo tsunami della primavera 2011).
La Cina, anche dopo l'incidente della centrale nucleare giapponese, non ha mai detto di voler rinunciare all'opzione nucleare in quanto il Paese maggior consumatore di energia del pianeta non può fare a meno dell'atomo.
Ecco perché il nucleare rimane uno dei pilastri della politica energetica cinese.
Spinta dalla fame crescente di materie prime, e quindi di energia, necessarie per alimentare lo sviluppo economico e il processo di modernizzazione del Paese, Pechino ha capito che il suo portafoglio energetico va radicalmente riprogrammato per due ragioni principali: una di carattere economico-politico, poiché importare combustibili fossili costa e costituisce un rischioso fattore di dipendenza dall'estero; l'altra di carattere ambientale, perché oggi il carbone copre quasi il 70% del fabbisogno energetico cinese contribuendo per l'83% alle emissioni di gas serra del Paese.
La storia del nucleare in Cina è lunga e controversa. Verso la metà degli anni '70 del secolo scorso, Pechino sembrava sul punto di abbracciare l'opzione nucleare, per sostenere la crescita della domanda domestica di energia elettrica, ma poi una serie di considerazioni spinsero il Governo ad abbandonare il progetto.
All'epoca la Cina poteva contare su abbondanti risorse di acqua, carbone e anche di petrolio che le garantivano la totale autosufficienza energetica; inoltre, era stata sfiorata solo marginalmente dalla prima crisi petrolifera del 1973. Poi, non avendo sviluppato in proprio un *knowhow* nucleare in materia di energia atomica, avrebbe dovuto dipendere dai trasferimenti di tecnologia dall'estero; inoltre in quegli anni la Cina era ancora un Paese mediamente povero e autoisolato e non poteva permettersi tutti gli investimenti necessari. Ma la globalizzazione ha infranto per sempre il mito dell'autosufficienza energetica, spingendo la Cina verso nuovi orizzonti; così l'energia nucleare è diventata un settore strategico nel piano di diversificazione del portafoglio energetico nazionale.
Il piano di sviluppo dell'energia nucleare messo a punto dalla Cina è senza dubbio il più colossale investimento, per impiego di tecnologia e tempi di realizzazione dell'intera storia dell'industria atomica.
L'obiettivo di Pechino, secondo quanto previsto dall'ultima revisione del piano originario elaborato nei primi anni 2000, è di aumentare la propria capacità atomica di altri 70 gigawatt entro il 2020 (a quel punto la potenza installata complessivamente salirà a 80 gigawatt) tramite la costruzione di 28 reattori di nuova generazione.
Di questi, una ventina sono già in costruzione e almeno una dozzina dovrebbe entrare in funzione già entro il 2015.

Fig. 10.1 • *Il fabbisogno di energia spinge alcuni Paesi, come la Cina, a investire ingenti capitali nella creazione di centrali nucleari.*

10.2 • Fonti di energia rinnovabili

Link **Solare termico** *(nel volume a pag. 327)*

Sfruttando i princìpi della termodinamica, si **trasmette il calore da un corpo caldo a uno freddo**: questo è il principio del **solare termico** che permette di sfruttare l'energia solare trasformandola in energia termica senza utilizzare nessun combustibile.
Il corpo caldo è il Sole che irraggia energia sulla Terra, il corpo freddo è il liquido all'interno del pannello solare.
Nelle applicazioni residenziali si utilizza un collettore solare termico che permette di riscaldare a 40-60 °C circa 300 l di acqua al giorno utilizzando una superficie di 1 m^2 di collettore.
La resa dipende dall'efficienza del sistema, dalla tipologia del collettore, dalle condizioni climatiche e dalla latitudine.

Impianti minieolici *(nel volume a pag. 329)*

È possibile realizzare piccoli impianti eolici per alimentare utenze isolate grazie all'innovazione tecnologica e a sistemi di incentivazione.
Tali impianti risultano interessanti nel settore dell'agricoltura, del turismo e per le residenze isolate.
Gli aerogeneratori per mini impianti possono essere ad asse orizzontale (asse di rotazione delle pale) o verticale; i più diffusi sono orizzontali bipala, tripala o multipala.
Aumentando il numero delle pale diminuiscono la velocità di rotazione e l'impatto acustico, mentre aumenta il rendimento, ma anche il prezzo.
Gli aerogeneratori più piccoli (pochi Kwatt) sono alti meno di 10 m; oltre i 50 Kwatt sono necessarie altezze superiori ai 30 m.

Fig. 10.2 ● *Aerogeneratore ad asse orizzontale monopala.*

Geotermia *(nel volume a pag. 331)*

La geotermia ad **alta energia** sfrutta il calore immagazzinato nella Terra per produrre energia elettrica (**fig. 10.3**). Vengono utilizzate aree particolarmente calde degli strati superficiali della crosta terrestre per produrre vapore acqueo che, inviato a delle turbine, produce energia elettrica a basso impatto ambientale.
In Italia, il principale esempio di geotermia ad alta energia (alta entalpia) è rappresentato da Larderello in Toscana.
La geotermia a **bassa energia** può essere invece sfruttata per il riscaldamento e il rinfrescamento diretto degli ambienti.
L'impianto è costituito da pompe di calore collegate al terreno tramite sonde geotermiche.
Le pompe prelevano calore direttamente dal terreno durante l'inverno (il terreno durante il periodo invernale ha temperatura superiore a quella dell'aria; viceversa nel periodo estivo) e lo trasferiscono agli ambienti da climatizzare, sfruttando il differenziale termico esistente.
Le pompe sono accoppiate a sonde geotermiche, costituite da tubi in materiale plastico entro i quali scorre un fluido che preleva il (maggiore/minore) calore dal terreno.

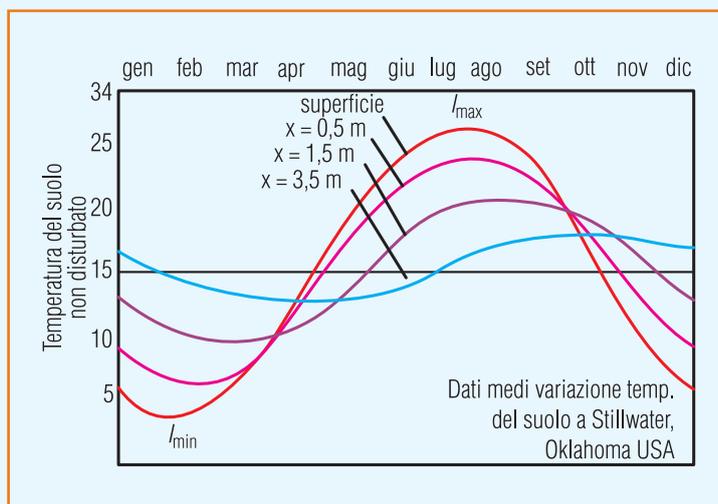
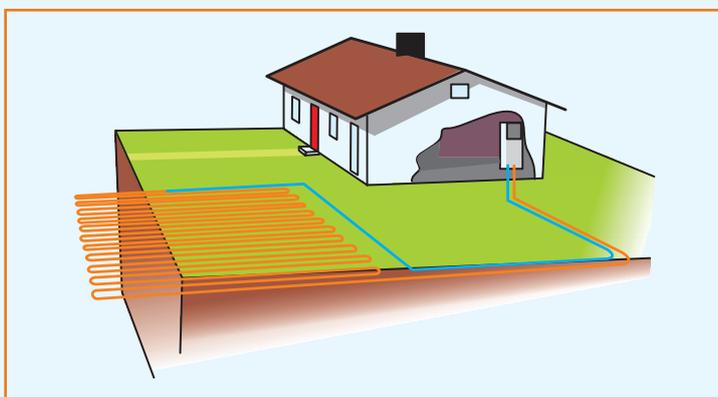



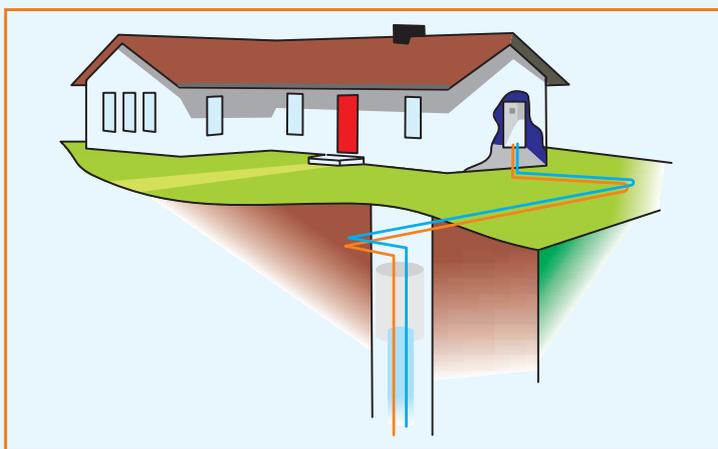
Fig. 10.3 ● *Variazione della temperatura media del suolo (a Stillwater, Oklahoma, USA).*

Impianti geotermici orizzontali

Si estrae energia al suolo attraverso serpentine chiuse collocate nel terreno in scavi e perforazioni, o posate sul fondo di stagni o laghi.
Le applicazioni orizzontali rappresentano più della metà del totale e sono particolarmente efficienti alle nostre latitudini (**fig. 10.4**).

Fig. 10.4 • *Schema di funzionamento di impianto geotermico orizzontale.*

Impianti geotermici verticali

Gli scambiatori vengono inseriti in pozzi sigillati con prodotti isolanti al fine di preservare le falde acquifere e massimizzare lo scambio termico (**fig. 10.5**).

Fig. 10.5 • *Schema di funzionamento di impianto geotermico verticale.*

10.3 • Sviluppo sostenibile

Link Sviluppo sostenibile e ONU *(nel volume a pag. 336)*

All'ordine del giorno di **Rio +20**, la conferenza delle Nazioni Unite sullo sviluppo sostenibile programmata in Brasile a giugno 2012, la sicurezza alimentare, l'acqua, l'energia, la *green economy*, l'inclusione sociale e la tutela dei mari e degli oceani degli Stati insulari, particolarmente vulnerabili, oltre al cambiamento climatico, le foreste e la finanza etica. A differenza di quanto accadde nel 1992, questa volta non ci sarà una carta ufficiale su cui tutti i partecipanti al summit dovranno convergere, ma l'ordine del giorno elenca quali sono le priorità individuate dalle Nazioni Unite. Si tratta però di proposte non vincolanti, ma solo di suggerimenti sui quali i Paesi sono invitati a confrontarsi allo scopo di giungere a un accordo comune che diventi vincolante per il 2015.
Nella bozza dell'ordine del giorno pubblicata sul sito del *The Guardian* e datata gennaio 2012, si parte dal **sostegno alla produzione agroalimentare locale**, con l'invito a diminuire gli sprechi in tutta la filiera e tutelare, in modo particolare, donne, bambini e giovani imprenditori attivi nel settore.
Il documento auspica l'adozione di sistemi commerciali più trasparenti e aperti, in grado di contribuire alla stabilità dei prezzi e garantire l'accesso ai beni comuni (acqua e terra). Per quanto riguarda l'acqua, viene sancito il diritto all'accesso a risorse idriche pulite e sicure, indispensabili per lo sviluppo, e si accenna alla gestione delle acque reflue (domestiche, industriali e agricole) perché si trasformino in risorsa. In questo senso il documento rinnova l'impegno assunto nel piano di attuazione di Johannesburg (JPOI) riguardo allo sviluppo e all'attuazione di **piani integrati per l'efficienza idrica**.
Sul tema dell'energia, il documento appoggia il programma *Sustainable energy for all* delle Nazioni Unite con l'obiettivo di garantire, entro il 2030, l'accesso universale a servizi energetici moderni, sia per il consumo sia per la produzione, aumentando l'efficienza a tutti i livelli e raddoppiando la quota di rinnovabili nel mix energetico globale.
La transizione verso un'economia verde può creare posti di lavoro, contribuendo a combattere la povertà: per questo, il documento invita a investire in opere pubbliche in grado di valorizzare l'agricoltura familiare ed ecologica, i sistemi di produzione biologica, la gestione forestale sostenibile, l'uso razionale della **biodiversità** a fini economici, nuovi mercati legati alle **fonti rinnovabili**.
L'ONU chiederà ai partecipanti di adottare le seguenti misure: integrare le statistiche economiche nazionali con i dati relativi ai posti di lavoro *green*; promuovere programmi formativi dedicati ai *green jobs*;

creare le premesse per dare vita ad ambienti favorevoli alla creazione di posti di lavoro solidi e dignitosi nell'ambito delle imprese private che investono nella ***green economy***.
A Rio +20 si darà spazio alla tutela dei mari e degli oceani, fondamentali per lo sviluppo, riconoscendo il ruolo economico, sociale e ambientale delle barriere coralline e la loro importanza per gli Stati insulari e costieri. A tutti i Paesi verrà chiesto di attuare il programma "*Action for the Protection of the Marine Environment from Land-basedActivities*", di sviluppare un piano di azione globale per combattere l'inquinamento marino e di attuare una rete internazionale di osservazione sull'**acidificazione degli oceani**.
Nell'ordine del giorno si legge che "*nonostante l'accordo per ripristinare le riserve ittiche mondiali, riportandole a livelli sostenibili entro il 2015, molte di queste continuano a essere sfruttate a livelli sempre più insostenibili. Chiediamo a tutti gli Stati di impegnarsi di nuovo a mantenere o riportare le riserve ittiche esaurite a livelli sostenibili e attuare su base scientifica i piani di gestione per ricostruire le scorte entro il 2015*".
Allo stesso scopo, il documento esorta gli Stati a combattere la pesca illegale, adottando strumenti efficaci nel rispetto del diritto internazionale. E sempre a proposito di mari e oceani, i riflettori sono puntati sui piccoli Stati insulari in via di sviluppo e sulla loro vulnerabilità.
La situazione di questi Paesi si legge nel documento, "è *andata peggiorando negli ultimi 20 anni a causa di una maggiore esposizione alle conseguenze del cambiamento climatico*".
Per loro, il documento invoca più aiuti e convoca la terza Conferenza internazionale per lo sviluppo sostenibile di piccoli Stati insulari nel 2014. "*Il cambiamento climatico rappresenta una delle maggiori sfide del nostro tempo*". Anche l'ordine del giorno di Rio +20 non ha dubbi su questo e ogni punto elencato nel documento converge verso l'obiettivo di migliorare la situazione. Non poteva quindi mancare uno spunto di riflessione dedicato alle sostanze chimiche, chiedendo a tutti i Paesi di prestare particolare attenzione nel loro utilizzo e nello smaltimento.

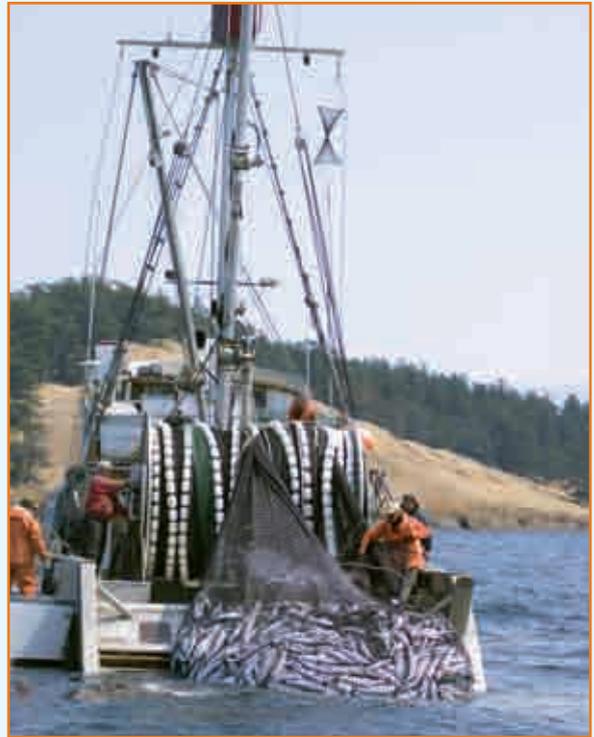



Fig. 10.6 ● *Uno degli obiettivi del programma Sustainable energy for all delle Nazioni Unite è quello di proteggere i mari e gli oceani dalla pesca eccessiva e illegale per rimediare al preoccupante svuotamento di specie ittiche.*

A questo scopo, si auspica un rafforzamento delle convenzioni già esistenti sul tema (Basel, Rotterdam, Stoccolma) e una presa di posizione decisa per arginare la preoccupante presenza di rifiuti elettronici e materie plastiche in mare.
A Rio +20 verrà inoltre chiesto l'adempimento a tutti gli impegni ufficiali presi per i programmi di assistenza allo sviluppo, per raggiungere l'obiettivo dello 0,7% del prodotto nazionale lordo da devolvere entro il 2015 ai programmi di assistenza allo sviluppo dei Paesi meno ricchi.

Fig. 10.7 ● *La green economy punta allo sviluppo sostenibile della società.*

Maxiverifica finale

Domande per la verifica orale

1 Che cosa si intende per risparmio energetico?

2 Quali sono le fonti energetiche rinnovabili direttamente o indirettamente collegate all'energia solare?

3 Che differenza c'è tra termosolare e fotovoltaico?

4 Schematizza un impianto fotovoltaico domestico.

5 Perché un impianto fotovoltaico rende in funzione della latitudine?

6 Da dove deriva l'energia geotermica?

7 Quali caratteristiche deve avere una coltura da biomassa?

8 Il biogas contiene metano?

9 Elenca alcuni esempi di colture da biomassa.

10 Che differenza c'è tra energia alternativa e rinnovabile?

11 Che cosa significa termovalorizzazione?

12 Da dove derivano i biocarburanti?

13 Che cosa intendiamo per impianti eolici off-shore?

14 Quali sono gli aspetti negativi degli impianti eolici?

15 L'energia nucleare è considerata fonte primaria alternativa non rinnovabile. Che cosa significa?

16 Che importanza ricopre l'idroelettrico in Italia?

17 Come si produce emergia da correnti marine?

18 Perché una crescita infinita è incompatibile con la dotazione di risorse limitate?

19 Che cosa si intende per sviluppo sostenibile?

20 In base a quali criteri si valuta se un tipo di sviluppo è da considerare sostenibile?

Test a risposta multipla

21 **Sono considerate primarie:**

a. le fonti energetiche esauribili come petrolio grezzo, gas naturale, carbone, materiali fissili, e le fonti di energia rinnovabili quali energia solare, eolica, idrica, biomasse, geotermica e il risparmio energetico;

b. le fonti energetiche inesauribili come petrolio grezzo, gas naturale, carbone, materiali fissili, e le fonti di energia rinnovabili quali energia solare, eolica, idrica, biomasse, geotermica e il risparmio energetico;

c. le fonti energetiche esauribili come petrolio grezzo, gas naturale, carbone, materiali fissili, e le fonti di energia rinnovabili quali energia solare, eolica, idrica, biomasse, geotermica, mentre il risparmio energetico è ininfluente;

d. le fonti energetiche esauribili come petrolio grezzo, gas naturale, carbone, materiali fissili, e le fonti di energia rinnovabili quali energia solare, eolica, idrica, biomasse, geotermica e le auto ibride.

22 **Sono fonti secondarie:**

a. quelle che derivano da una trasformazione di quelle primarie, per esempio, il carbone che deriva dal trattamento del petrolio greggio, il gas metano di città che deriva dal trattamento di gas naturali e l'energia elettrica che deriva dalla trasformazione di energia meccanica o chimica;

b. quelle che derivano da una trasformazione di quelle primarie, per esempio, la benzina che deriva dal trattamento del petrolio greggio, il gas GPL di città che deriva dal trattamento di gas naturali e l'energia elettrica che deriva dalla trasformazione di energia meccanica o chimica;

c. quelle che derivano da una trasformazione di quelle primarie, per esempio, la benzina che deriva dal trattamento del petrolio greggio, il gas metano di città che deriva dal trattamento di gas naturali e l'energia elettrica che deriva dal vento:

d. quelle che derivano da una trasformazione di quelle primarie, per esempio, la benzina che deriva dal trattamento del petrolio greggio, il gas metano di città che deriva dal trattamento di gas naturali e l'energia elettrica che deriva dalla trasformazione di energia meccanica o chimica.

23 **La formazione del petrolio:**

a. deriva principalmente dall'alterazione termica della materia silicea contenuta nelle rocce madri durante il loro seppellimento nei bacini sedimentari;

b. deriva principalmente dall'alterazione termica della materia organica contenuta nelle rocce argillose durante il loro seppellimento nei bacini sedimentari;

c. deriva principalmente dall'alterazione termica della materia organica contenuta nelle rocce madri durante il loro seppellimento nei bacini sedimentari;

d. deriva principalmente dall'alterazione termica della materia organica contenuta nelle rocce granitiche durante il loro seppellimento nei bacini lacustri.

24 **Il metano:**

a. è il principale componente del gas naturale, combustibile gassoso di origine fossile, formatosi centinaia di milioni di anni fa per decomposizione chimica dei vegetali in assenza di ossigeno;

b. è il principale componente dell'atmosfera, è combustibile gassoso di origine fossile formatosi centinaia di milioni di anni fa per decomposizione chimica dei vegetali in assenza di ossigeno;

c. è il principale componente del gas GPL, combustibile gassoso di origine fossile, formatosi centinaia di milioni di anni fa per decomposizione chimica dei vegetali in assenza di ossigeno;

d. è il principale componente del gas naturale, combustibile gassoso di origine fossile, formatosi centinaia di milioni di anni fa per decomposizione fisica dei vegetali in presenza di molto ossigeno.

25 **Le Fonti di Energia Rinnovabili (FER):**

a. sono in larga parte derivanti dall'energia nucleare, generatrice di quasi tutta l'energia nel nostro Sistema Solare, sia delle FER sia delle fonti esauribili;

b. sono in larga parte derivanti dall'energia eolica, generatrice di quasi tutta l'energia nel nostro Sistema Solare, sia delle FER sia delle fonti esauribili;

c. sono in larga parte derivanti dall'energia solare, generatrice di quasi tutta l'energia nel nostro Sistema Solare, sia delle FER sia delle fonti esauribili;

d. sono in larga parte derivanti dall'energia solare, generatrice di quasi tutta l'energia nel nostro Sistema Solare, sia delle FER sia delle fonti geotermiche

26 Tutta l'energia che arriva sulla Terra:

a. viene riemessa sotto forma di radiazione infrarossa a onde lunghe; in questo modo la temperatura dell'atmosfera e della superficie terrestre rimane costante;

b. viene riemessa sotto forma di radiazione ultravioletta a onde lunghe; in questo modo la temperatura dell'atmosfera e della superficie terrestre rimane costante;

c. viene riemessa sotto forma di radiazione infrarossa a onde radio; in questo modo la temperatura dell'atmosfera e della superficie terrestre rimane costante;

d. viene riemessa sotto forma di radiazione infrarossa a onde lunghe; in questo modo la temperatura del mare e quella della superficie terrestre rimangono costanti.

27 Le biomasse:

a. sono una fonte energetica secondaria con una potenzialità globale tale da soddisfare non solo i fabbisogni energetici, ma anche l'approvvigionamento di materie prime per vari prodotti industriali, edili e alimentari;

b. sono una fonte primaria con una potenzialità globale tale da non soddisfare non solo i fabbisogni energetici, ma anche l'approvvigionamento di materie prime per vari prodotti industriali, edili e alimentari;

c. sono una fonte primaria con una potenzialità globale tale da non soddisfare solo i fabbisogni energetici, ma anche l'approvvigionamento di prodotti agricoli tropicali, edili e alimentari;

d. sono una fonte primaria con una potenzialità globale tale da soddisfare non solo i fabbisogni energetici, ma anche l'approvvigionamento di materie prime per vari prodotti industriali, edili e alimentari.

28 Lo sviluppo compatibile con l'equità sociale e gli ecosistemi:

a. è perseguibile con la protezione degli animali, il rimboschimento, il controllo demografico, la riduzione dell'inquinamento, l'efficienza nell'uso delle risorse energetiche e lo sviluppo delle fonti rinnovabili;

b. è perseguibile con la protezione del suolo agricolo, il rimboschimento, il controllo demografico, la riduzione dell'inquinamento, l'efficienza nell'uso delle risorse energetiche e lo sviluppo delle fonti rinnovabili;

c. è perseguibile con la protezione del suolo agricolo, il disboscamento, il controllo demografico, la riduzione dell'inquinamento, l'efficienza nell'uso delle risorse energetiche e lo sviluppo delle fonti rinnovabili;

d. è perseguibile con la protezione del suolo agricolo, il rimboschimento, il controllo demografico, il controllo dell'inquinamento a livelli ammissibili, l'efficienza nell'uso delle risorse energetiche e lo sviluppo delle fonti rinnovabili.

29 Per favorire lo sviluppo sostenibile:

a. sono in atto molteplici attività ricollegabili sia alle politiche ambientali dei singoli Stati e delle organizzazioni sovranazionali, sia a specifiche attività collegate ai vari settori dell'ambiente naturale;

b. sono in atto molteplici attività ricollegabili sia alle politiche industriali dei singoli Stati e delle organizzazioni sovranazionali, sia a specifiche attività collegate ai vari settori dell'ambiente urbano;

c. sono in atto molteplici attività ricollegabili sia alle politiche ambientali dei singoli Stati e delle organizzazioni sovranazionali, sia a specifiche attività collegate ai vari settori dell'ambiente urbano;

d. sono in atto molteplici attività ricollegabili sia alle politiche agricole comunitarie dei singoli Stati e delle organizzazioni sovranazionali, sia a specifiche attività collegate ai vari settori dei parchi nazionali.

30 L'effetto fotovoltaico:

a. consiste nella trasformazione della luce stellare in energia elettrica quando i protoni colpiscono la cella fotovoltaica e strappano agli atomi di un semiconduttore gli elettroni, convogliandoli in una corrente continua di energia elettrica;

b. consiste nella trasformazione della luce solare in energia elettrica quando i fotoni colpiscono la cella fotovoltaica e strappano agli atomi di un semiconduttore gli elettroni, convogliandoli in una corrente alternata di energia elettrica;

c. consiste nella trasformazione della luce solare in energia elettrica quando i fotoni colpiscono la cella fotovoltaica e strappano agli atomi di uranio gli elettroni, convogliandoli in una corrente continua di energia elettrica;

d. consiste nella trasformazione della luce solare in energia elettrica quando i fotoni colpiscono la cella fotovoltaica e strappano agli atomi di un semiconduttore gli elettroni, convogliandoli in una corrente continua di energia elettrica.

31 Lo sviluppo sostenibile:

a. offre servizi sanitari, sociali ed economici di base a tutti i membri di una comunità, senza minacciare l'operabilità dei sistemi naturali, da cui dipende la fornitura di tali servizi;

b. offre servizi ambientali, sociali ed economici di base a tutti i membri di una comunità, senza minacciare l'operabilità dei sistemi artificiali, da cui dipende la fornitura di tali servizi;

c. offre servizi ambientali, sociali ed economici di base a tutti i membri di una comunità, senza minacciare l'operabilità dei sistemi naturali, da cui dipende la fornitura di tali servizi;

d. offre servizi domestici, sociali ed economici di base a tutti i membri di una comunità, senza minacciare l'operabilità dei sistemi naturali, da cui dipende la fornitura di materiali.

32 Un aerogeneratore:

a. è composto da un rotore sospeso a modesta altezza tramite una torre metallica per sfruttare la maggiore velocità del vento vicino al suolo;

b. è composto da un rotore sospeso a grande altezza tramite una torre metallica per sfruttare la maggiore velocità del vento in quota;

c. è composto da un rotore sospeso a grande altezza tramite una fune metallica per sfruttare la maggiore velocità del vento in quota;

d. è composto da un rotore sospeso a grande profondità tramite una torre metallica per sfruttare la maggiore velocità della corrente in profondità.

Vero o falso?

a. Esistono fonti di energia che non si esauriscono mai ☐ V ☐ F

b. È possibile produrre energia dal Sole, dal mare, dal vento, dalle onde del mare, dal calore della Terra e anche dai rifiuti ☐ V ☐ F

c. Le energie rinnovabili sono generate da fonti il cui utilizzo non pregiudica la loro disponibilità per le generazioni future ☐ V ☐ F

d. Il risparmio energetico è sicuramente la migliore fonte verde e rinnovabile ☐ V ☐ F

e. Per la captazione dell'energia solare sono sufficienti spazi molto ridotti e comunque orientati ☐ V ☐ F

f. La luce solare può essere trasformata in energia elettrica sfruttando l'assorbimento dell'energia dei fotoni tramite l'impiego di materiali semiconduttori come il silicio, con modesta resa energetica ☐ V ☐ F

g. I pellets sono costituiti da scarti di lavorazione e servono per alimentare gli impianti eolici ☐ V ☐ F

h. L'uso della bicicletta, favorito da una rete ciclabile adeguata, è considerato la sceta ottimale sotto gli aspetti economico-ambientali, in particolare su tratte brevi e medie ☐ V ☐ F

i. I rifiuti di origine vegetale e animale, i reflui zootecnici e di fognatura possono essere sottoposti a fermentazione anaerobica da parte di batteri metanogeni per la produzione di biogas contenente una quantità di metano variabile dal 50% al 70% ☐ V ☐ F

j. Uno dei principali problemi nella produzione di energia eolica è rappresentato dal trasporto della corrente elettrica prodotta ☐ V ☐ F

k. Gli impianti eolici off-shore posizionati sulle vette delle montagne sfruttano meglio i venti e risolvono il problema dell'inquinamento acustico ☐ V ☐ F

l. La geotermia sfrutta i vapori provenienti da sorgenti di acqua ad alta temperatura del sottosuolo, convogliandoli verso turbine per la produzione di energia elettrica ☐ V ☐ F

m. Uno dei principali problemi delle centrali nucleari è rappresentato dallo smaltimento delle scorie radioattive ☐ V ☐ F

n. Un aerogeneratore funziona con energia eolica ☐ V ☐ F

o. I pannelli fotovoltaici producono acqua calda ☐ V ☐ F

p. Lo sviluppo non deve intaccare le risorse rinnovabili del pianeta ☐ V ☐ F

q. Gli obiettivi dello sviluppo non devono essere solo economici ☐ V ☐ F

r. Lo sviluppo sostenibile ha l'obiettivo di conseguire un equilibrio tra risorse naturali, popolazione, consumi e crescita economica ☐ V ☐ F

s. Il ricorso a risorse rinnovabili, il riciclo dei rifiuti e il riutilizzo dei beni dismessi sono comportamenti corretti per affrontare il problema dei consumi eccessivi nei Paesi industrializzati ☐ V ☐ F

t. I benefici della crescita economica non sono equamente distribuiti tra la popolazione mondiale ☐ V ☐ F

1 DATA ______________________ CLASSE ______________________
NOMINATIVO DEL COMPILATORE ______________________

Scheda delle caratteristiche generali delle aziende rurali

Proprietario: ....
Possessore: ....
Denominazione: ....
Ubicazione: **a)** Località .... Via .... N° ....
b) Comune ....
c) Provincia....................
Zona altimetrica: ....
Conformazione: ....
Numero dei corpi fondiari: ....
Giacitura: .... Esposizione: ....
Caratteristiche dei confini: ....
....
....
....
....
Confinanti: ....
....
....
....
Punti di riferimento topografico: ....
....
....
Superficie totale: .... ha .... a .... ca
Superficie improduttiva: .... ha .... a .... ca
Superficie boschiva: .... ha .... a .... ca
Superficie produttiva agricola: .... ha .... a .... ca

Ordinamento produttivo

Prevalente: ....
Coltivazioni erbacee pluriennali: ....
Coltivazioni erbacee annuali: ....
Coltivazioni arboree specializzate: ....
....
Coltivazioni arboree promiscue: ....
Fabbricati rurali (descrizione sommaria e destinazione): ....
....
....
Caratteristiche degli allevamenti (tipo e consistenza): ....
....
....
Viabilità aziendale: **a)** accesso ....
b) interna ....
Regimazione delle acque superficiali: ....
Impianti irrigui (tipo e caratteristiche generali): ....
Coltivazioni irrigate (tipo e superfici): ....

2 DATA ______________________ CLASSE ______________________
NOMINATIVO DEL COMPILATORE ______________________

Scheda per la descrizione delle piante coltivate

1 - Piante erbacee:

Nome comune: ....
Forma delle radici: ....
....
Forma, portamento, altezza dello stelo: ....
....
....
Colore dello stelo: ....
Forma e colore delle foglie: ....
Lunghezza delle foglie (cm): ....
Forma, tipo e colore dei fiori/infiorescenze: ....
....
....
....
Forma, tipo e colore dei semi/frutti/infruttescenze: ....
....
....
....
Altre particolarità evidenti: ....
....
....
....

2 - Pianta Arbustiva / 3 - Pianta Arborea

Nome comune: ....
Forma, portamento e altezza del fusto: ....
....
....
....
Diametro medio del fusto (a 110 cm dal colletto) cm: ....
Colore e caratteristiche della corteccia: ....
Forma e colore delle foglie: ....
....
Forma e posizione dei rami: ....
....
Forma, tipo e colore dei fiori/infiorescenze: ....
....
Forma, tipo e colore dei frutti/infruttescenze: ....
....
....
....
Altre particolarità evidenti: ....
....

3 DATA ________________________ CLASSE ________________________
NOMINATIVO DEL COMPILATORE ________________________

Scheda di ricognizione fisica dei terreni

del territorio comunale di ....
(prov. ....
rappresentato nella «tavoletta» dell'I.G.M. NE-SE-SO-NO (barrare la sigla interessata), quadrante I-II-III-IV (barrare il n° romano interessato), foglio n° ....
denominato .... (v. bordo superiore della tavoletta).
N.C.T. foglio di mappa n° .... Particella/e n° ....
Carta dei suoli: tipo di suolo ....

Itinerario percorso

A) Giacitura ed esposizione del terreni:

Strada .... (in direzione ....)
elementi riscontrati
1. ....(lato D/S) 5. ....(lato D/S)
2. ....(lato D/S) 6. ....(lato D/S)
3. ....(lato D/S) 7. ....(lato D/S)
4. ....(lato D/S) 8. ....: (lato D/S)

Strada .... (in direzione ....)
elementi riscontrati
1. ....(lato D/S) 5. ....(lato D/S)
2. ....(lato D/S) 6. ....(lato D/S)
3. ....(lato D/S) 7. ....(lato D/S)
4. ....(lato D/S) 8. ....: (lato D/S)
Strada .... (in direzione ....)

elementi riscontrati
1. ....(lato D/S) 5. ....(lato D/S)
2. ....(lato D/S) 6. ....(lato D/S)
3. ....(lato D/S) 7. ....(lato D/S)
4. ....(lato D/S) 8. ....: (lato D/S)

Strada .... (in direzione ....)
elementi riscontrati
1. ....(lato D/S) 5. ....(lato D/S)
2. ....(lato D/S) 6. ....(lato D/S)
3. ....(lato D/S) 7. ....(lato D/S)
4. ....(lato D/S) 8. ....: (lato D/S)

B) Natura e colore del terreni:

Strada .... (in direzione ....)
elementi riscontrati
1. ....(lato D/S) 5. ....(lato D/S)
2. ....(lato D/S) 6. ....(lato D/S)
3. ....(lato D/S) 7. ....(lato D/S)
4. ....(lato D/S) 8. ....: (lato D/S)

D) Presenza di fenomeni di erosione:

Strada .... (in direzione ....)
elementi riscontrati
1. .... (lato D/S) 5. ....(lato D/S)
2. .... (lato D/S) 6. ....(lato D/S)
3. .... (lato D/S) 7. ....(lato D/S)
4. .... (lato D/S) 8. ....: (lato D/S)

Strada .... (in direzione ....)
elementi riscontrati
1. .... (lato D/S) 5. ....(lato D/S)
2. .... (lato D/S) 6. ....(lato D/S)
3. .... (lato D/S) 7. ....(lato D/S)
4. .... (lato D/S) 8. ....: (lato D/S)
Strada .... (in direzione ....)

elementi riscontrati
1. .... (lato D/S) 5. ....(lato D/S)
2. .... (lato D/S) 6. ....(lato D/S)
3. .... (lato D/S) 7. ....(lato D/S)
4. .... (lato D/S) 8. ....: (lato D/S)

Strada .... (in direzione ....)
elementi riscontrati
1. .... (lato D/S) 5. ....(lato D/S)
2. .... (lato D/S) 6. ....(lato D/S)
3. .... (lato D/S) 7. ....(lato D/S)
4. .... (lato D/S) 8. ....: (lato D/S)

E) Altri elementi di particolare interesse geomorfologico, pedologlco e idrologico:

....
....
....
....

F) Elementi generali:

Stato generale della viabilità ....
Altitudine media sul livello del mare: max ....; min ....; media ....

4 DATA ______________________ CLASSE ______________________
NOMINATIVO DEL COMPILATORE ______________________

Descrizione delle sistemazioni presenti (giacitura e coltura)

1 - Colture erbacee:

Giacitura pianeggiante:

a. vi sono piante arboree tra gli appezzamenti erbacei:
- ❑ sì (quali specie arboree?) ....
- ❑ no
- ❑ a volte (quali specie arboree?) ....

b. a quale distanza in media si trovano i fossi? (larghezza dell'appezzamento) ....

c. quanto sono profondi in media i fossi? ....

Giacitura collinare/montuosa

a. vi sono piante arboree tra gli appezzamenti erbacei:
- ❑ sì (quali specie arboree?) ....
- ❑ no
- ❑ a volte (quali specie arboree?) ....

b. a quale distanza in media si trovano i fossi? (larghezza dell'appezzamento) ....

c. quanto sono profondi in media i fossi? ....

d. quale direzione hanno i fossi? (rittochino, lungo le curve di livello) ....

2 - Colture arboree:

Giacitura pianeggiante:

a. a quale distanza in media si trovano i fossi? (larghezza dell'appezzamento) ....

b. quanto sono profondi in media i fossi? ....

Giacitura collinare/montuosa

a. a quale distanza in media si trovano i fossi? (larghezza dell'appezzamento) ....

b. quanto sono profondi in media i fossi? ....

c. quale direzione hanno i fossi? (rittochino, lungo le curve di livello) ....

Descrizione dei fenomeni erosivi in azienda

Esistono fenomeni di erosione in azienda?

- ❑ no ❑ sì
- ❑ calanchi (in quale zona? N, S, E, O) ....
- ❑ frane (in quale zona? N, S, E, O) ....
- ❑ straripamenti (in quale zona? N, S, E, O) ....

in queste zone si sono fatti lavori di ripristino?

- ❑ no
- ❑ sì, quali ....

....

....

....

....

Soluzioni delle verifiche

VERIFICHE PRESENTI NEL VOLUME

Capitolo 1 – Processi geomorfologici e unità geomorfologiche fondamentali dell'Italia

Domande a risposta multipla
31 a; 32 d; 33 a; 34 c; 35 a; 36 d; 37 c.

Vero o falso?
a F; b V; c V; d F; e V; f F; g V; h V; i F; j V.

Capitolo 2 – Fattori e processi di formazione del suolo

Domande a risposta multipla
25 d; 26 a; 27 a; 28 a; 29 d; 30 c; 31 c; 32 d.

Vero o falso?
a F; b V; c V; d F; e F; f V; g F; h F; i F; l V; m F; n F.

Capitolo 3 – Ecosistemi, evoluzione e agrosistemi

Domande a risposta multipla
46 c; 47 d; 48 d; 49 c; 50 b; 51 b; 52 d; 53 b; 54 b; 55 b; 56 d; 57 a; 58 b; 59 b; 60 c; 61 b; 62 b; 63 a; 64 b; 65 d.

Vero o falso?
1 F; 2 F; 3 V; 4 V; 5 V; 6 F; 7 F; 8 V; 9 V; 10 V; 11 F; 12 V; 13 V; 14 F; 15 F; 16 V; 17 V; 18 F; 19 F; 20 V; 21 V; 22 V; 23 V; 24 F; 25 F.

Capitolo 4 – Il dissesto idrogeologico e le sue espressioni

Domande a risposta multipla
31 c; 32 b; 33 c; 34 d; 35 b; 36 b; 37 a; 38 c.

Vero o falso?
1 F; 2 V; 3 F; 4 F; 5 V; 6 V; 7 V; 8 V; 9 V; 10 V; 11 F; 12 V; 13 V; 14 V; 15 V; 16 F; 17 F; 18 V; 19 F; 20 V; 21 F; 22 F; 23 V; 24 F; 25 V.

Capitolo 5 – Prevenzione e difesa dal dissesto idrogeologico

Domande a risposta multipla
31 c; 32 b; 33 a; 34 d; 35 b; 36 a; 37 d; 38 b.

Vero o falso?
1 F; 2 F; 3 V; 4 F; 5 V; 6 F; 7 F; 8 V; 9 V; 10 V; 11 V; 12 F; 13 V; 14 F; 15 V; 16 V; 17 V; 18 V; 19 F; 20 F.

Capitolo 6 – La rappresentazione cartografica e le carte tematiche

Domande a risposta multipla
31 a; 32 d; 33 a; 34 a; 35 a; 36 d; 37 b; 38 a; 39 c; 40 c; 41 a.

Vero o falso?
1 F; 2 F; 3 F; 4 V; 5 F; 6 F; 7 F; 8 V; 9 V; 10 V; 11 V; 12 V; 13 F; 14 V; 15 V; 16 V; 17 F; 18 F; 19 V; 20 F.

Capitolo 7 – I rifiuti e il loro smaltimento

Domande a risposta multipla
19 d; 20 a; 21 b; 22 b; 23 a; 24 b; 25 a; 26 a; 27 c; 28 a; 29 a.

Vero o falso?
a F; b V; c V; d F; e V.

Capitolo 8 – Atmosfera: risorse e inquinamenti

Domande a risposta multipla
26 a; 27 b; 28 d; 29 b; 30 a.

Vero o falso?
a F; b F; c F; d V.

Capitolo 9 – Acqua e suolo: risorse e inquinamenti

Domande a risposta multipla
36 d; 37 a; 38 a; 39 a; 40 c; 41 b; 42 a; 43 d; 44 a; 45 c; 26 b; 47 a; 48 b; 49 c.

Vero o falso?
a F; b V; c V; d V; e V; f V; g F; h V; i F.

Capitolo 10 – Le fonti energetiche

Domande a risposta multipla
26 c; 27 d; 28 a; 29 c; 30 d; 31 a; 32 b; 33 b; 34 a; 35 a.

Vero o falso?
a V; b F; c F; d V; e F.

VERIFICHE PRESENTI NEL FASCICOLO

Capitolo 1 – Processi geomorfologici e unità geomorfologiche fondamentali dell'Italia

Domande a risposta multipla
21 a; 22 c; 23 a; 24 c; 25 a; 26 b; 27 d; 28 a; 29 c; 30 a; 31 b; 32 b.

Vero o falso?
a V; b F; c V; d V; e F; f V; g F; h V; i F; l V; m F; n V; o F; p F; q V; r V; s V; t F; u V; v F.

Capitolo 2 – Fattori e processi di formazione del suolo

Domande a risposta multipla
21 d; 22 a; 23 d; 24 b; 25 a; 26 d; 27 d; 28 a; 29 c; 30 b; 31 a.

Vero o falso?
a V; b F; c F; d F; e V; f V; g V; h F; i V; l V; m F; n F; o V; p F; q F; r F.

Capitolo 3 – Ecosistemi, evoluzione e agrosistemi

Domande a risposta multipla
31 c; 32 d; 33 a; 34 a; 35 b; 36 b; 37 b; 38 c.

Vero o falso?
a V; b F; c F; d F; e V; f F; g F; h V; i V; l F; m V; n F; o F; p V; q V; r V; s F; t F; u F; v V; z F; x V.

Capitolo 4 – Il dissesto idrogeologico e le sue espressioni

Domande a risposta multipla
31 b; 32 c; 33 a; 34 b; 35 d; 36 b; 37 d; 38 b.

Vero o falso?
a V; b F; c V; d V; e V; f F; g F; h F; i F; j V; k F; l V; m F; n V; o V; p F; q V; r F; s F; t V; u V; v V.

Capitolo 5 – Prevenzione e difesa dal dissesto idrogeologico

Domande a risposta multipla
31 b; 32 c; 33 c; 34 c; 35 d; 36 a; 37 d; 38 a; 39 b; 40 d; 41 b; 42 c.

Vero o falso?
a V; b V; c F; d F; e V; f F; g F; h V; i F; j V; k V; l F; m F; n V; o V; p F; q F; r F; s V; t F; u V; v F; w V; x V; y V.

Capitolo 6 – La rappresentazione cartografica e le carte tematiche

Domande a risposta multipla
36 a; 37 c; 38 c; 39 a; 40 b; 41 d; 42 b; 43 b; 44 d; 45 c; 46 a; 47 d; 48 d; 49 a; 50 c; 51 a.

Vero o falso?
a V; b F; c V; d F; e V; f F; g V; h F; i V; j V; k V; l F; m F; n V; o F; p F; q V; r F; s V; t F.

Capitolo 7 – I rifiuti e il loro smaltimento

Domande a risposta multipla
21 a; 22 d; 23 a; 24 c; 25 a; 26 d; 27 d; 28 d; 29 d; 30 c; 31 a; 32 c.

Vero o falso?
a F; b V; c F; d F; e F; f F; g F; h V; i F; j F; k V; l V; m V; n F; o V; p V; q V; r V; s F; t F.

Capitolo 8 – Atmosfera: risorse e inquinamenti

Domande a risposta multipla
25 d; 26 a; 27 d; 28 b; 29 c; 30 d; 31 c; 32 d; 33 b; 34 a; 35 c; 36 d.

Vero o falso?
a V; b V; c F; d V; e V; f F; g F; h F; i F; j V; k V; l V; m F; n F; o V; p V; q F; r V; s V; t F.

Capitolo 9 – Acqua e suolo: risorse e inquinamenti

Domande a risposta multipla
21 a; 22 d; 23 b; 24 d; 25 b; 26 a; 27 d; 28 a; 29 d; 30 c; 31 b; 32 d; 33 a; 34 d.

Vero o falso?
a V; b V; c F; d F; e V; f F; g V; h V; i V; j V; k F; l V; m V; n V; o V; p V; q F; r F; s F; t V.

Capitolo 10 – Le fonti energetiche

Domande a risposta multipla
21 a; 22 d; 23 c; 24 a; 25 c; 26 a; 27 d; 28 b; 29 a; 30 d; 31 c; 32 b.

Vero o falso?
a V; b V; c V; d V; e F; f V; g F; h V; i V; j V; k F; l V; m V; n V; o F; p F; q V; r V; s V; t V.

ezione editoriale:
enico Ugulini
lini@redaedizioni.it

azione:
enico Ugulini, Rosa D'Imperio
a Edizioni, Gianni D'Arco, Caterina Marcucci

getto grafico e impaginazione:
acomp - Imola (BO)

ertina e illustrazioni:
acomp - Imola (BO)

erca iconografica:
a D'Imperio, Domenico Ugulini

erenze iconografiche dell'opera:
oteche e archivi iconografici - Reda Edizioni,
Gruppo Editoriale Il Capitello - Torino

lizzazione lastre CTP:
oincisa EFFEGI - Savigliano (CN)

mpa:
A Edizioni - Torino

1ª edizione: febbraio 2012

Ristampa

5	4	3	2	1
2016	2015	2014	2013	2012

Via Sansovino, 243/22/R - 10151 Torino
Telefono 011/4513611- fax 011/4513612
internet: www.redaedizioni.it
E-mail: info@redaedizioni.it

presente testo è stato redatto secondo le norme e avvertenze tecniche adottate dal M.P.I. con D.M. n. 547/99 del 7/12/1999. I controlli di qualità ai quali è stata sottoposta questa seconda edizione sono stati effettuati da: S.T.A.N.I.M.U.C. - Torino (certificato n. 206L113)

Note

Nella stesura, redazione, ricerca e scelta dei materiali dell'opera, abbiamo cercato di limitare riferimenti o citazioni che potessero trasmettere messaggi a diretto contenuto pubblicitario. Talvolta sono visibili marchi e prodotti commercialmente riconoscibili. Tuttavia, per la tipologia delle argomentazioni trattate, per il grande numero di fonti iconografiche contattate e, cosa ancor più importante, per semplificare maggiormente il percorso cognitivo dello studente utilizzando riferimenti concreti, in alcuni casi abbiamo fatto riferimento a casistiche o esempi tratti dal reale. Inoltre, nell'opera sono citati siti internet dove potersi collegare per approfondire gli argomenti trattati. Per questi, non possiamo naturalmente garantire la permanenza sul web oltre la data di stampa della presente edizione. Lo stesso dicasi per le eventuali citazioni normative e legislative cui si è fatto riferimento durante la stesura dei contenuti cartacei.